

平成 29 年度オニヒトデ総合対策事業  
報告書

平成 30 年 3 月

沖 縄 県 環 境 部 自 然 保 護 課



# 目次

<b>第1章 事業概要</b> .....	<b>1</b>
1. 事業の背景および目的 .....	1
2. 事業期間 .....	1
3. 事業内容 .....	2
3-1. オニヒトデ総合対策事業の業務内容 .....	2
4. 平成29年度オニヒトデ総合対策事業の概要 .....	5
4-1. オニヒトデ大量発生の子察実証 .....	5
4-2. オニヒトデ大量発生メカニズム解明に関する調査研究 .....	8
4-3. オニヒトデ対策のあり方の検討 .....	13
<b>第2章 オニヒトデ大量発生の子察実証業務</b> .....	<b>28</b>
1. 稚ヒトデ調査 .....	28
1-1. 稚ヒトデモニタリングとは .....	29
1-2. 調査方法 .....	29
1-3. 調査地点 .....	30
1-4. 調査結果 .....	31
1-5. 考察 .....	34
1-6. 気象条件によるオニヒトデ発生状況 .....	49
2. マンタ法調査およびスポットチェック法調査 .....	60
2-1. 調査方法 .....	60
2-2. 調査範囲 .....	62
2-3. 調査結果 .....	62
2-4. 地元関係者との情報共有等 .....	92
3. オニヒトデの子察結果まとめ .....	107
3-1. オニヒトデの子察結果 .....	107
3-2. 成長を加味した駆除数の集計 .....	114
<b>第3章 オニヒトデ大量発生メカニズムの解明に関する調査研究業務</b> .....	<b>123</b>
1. 水質モニタリング（栄養塩濃度およびクロロフィル調査） .....	123
1-1. 目的 .....	123
1-2. 調査方法 .....	123
1-3. 調査結果 .....	129
2. 幼生餌料制限 .....	41

2-1. 実施課題について	41
2-2. 炭素・窒素安定同位体比分析によるオニヒトデ幼生の餌起源の解明	41
2-3. オニヒトデ浮遊幼生期の成長と餌資源の質的評価	41
2-4. オニヒトデ幼生初期の餌濃度の影響と必須脂肪酸の同化	41
2-5. 脂質組成からみたオニヒトデ幼生によるデトリタスの利用と飢餓耐性の検討	41
2-6. 総合考察	41
2-7. 参考文献	41
3. 稚ヒトデ調査・成体個体群調査	191
3-1. 稚ヒトデ調査	191
3-2. 沖縄県内各地における成体個体密度調査	202
3-3. 参考文献	206
4. 個体群統計モデリング	223
4-1. 緒言	223
4-2. 方法	223
4-3. 結果	233
4-4. 考察	262
5. ケミカルシグナルを利用した大量発生予測手法開発	265
5-1. 背景	265
5-2. 方法	265
5-3. 結果及び考察	269
5-4. 今後の予定	277
5-5. 5年間のまとめ	277
6. サンゴ礁モニタリングロボット等の研究開発	280
6-1. 10~30mの水深帯で使用可能な水中モニタリングロボット等の開発	281
6-2. サンゴ礁モニタリング画像からサンゴ被度及びオニヒトデ食痕の自動検出技術の開発	286
6-3. サンゴ礁モニタリング画像からオニヒトデの自動検出技術の開発	289
6-4. サンゴ礁定点観測システムの開発	291
7. 研究総括	299
7-1. これまで実施した研究課題とおもな成果	299
7-2. オニヒトデ大量発生要因に関する考察	315

## 第4章 海外研究機関等との協定業務補助 370

1. 概要	370
2. 訪問行程および協議スケジュール	371
3. 訪問先機関での情報交換および協議の概要	375
3-1. オーストラリア海洋科学研究所 (AIMS) のオニヒトデ研究概要	375
3-2. 協定更新に向けた協議の議事録	379

4. 付録（沖縄県側のプレゼンテーション資料）	384
4-1. オニヒトデ研究	384
4-2. サンゴ移植事業の資料	389

## 第5章 オニヒトデ対策のあり方の検討 391

1. 沖縄県のオニヒトデ防除のあり方	391
2. 大量発生予察モニタリング方法の作成	400
3. 普及啓発冊子の作成	416

## 第6章 シンポジウム 427

1. シンポジウム概要	427
2. シンポジウム広報について	430
2-1. チラシとポスターの作成	430
2-2. Web サイト作成	431
3. 配布資料の作成	432
4. シンポジウム開催結果	453
4-1. 参加者数	453
4-2. アンケート	453
4-3. アンケート集計結果	455

## 第7章 検討委員会 460

1. 第1回検討委員会	460
1-1. 第1回検討委員会概要	460
1-2. 第1回検討委員会次第	461
1-3. 第1回検討委員会議事概要	462
2. 第2回検討委員会	464
2-1. 第2回検討委員会概要	464
2-2. 第2回検討委員会次第	465
2-3. 第2回検討委員会議事概要	466



# 第1章 事業概要

## 1. 事業の背景および目的

本県のサンゴ礁は、その多様性や固有性において世界的にも高い評価を受けているとともに、漁業資源、観光資源としての役割や天然の防波堤としての機能など、様々な生態系サービスをとおして県民生活や県経済に多くの恩恵を与えている。

しかしながら、平成10年に起こった白化現象をはじめ、赤土等の流出や慢性的なオニヒトデの大量発生等により、沖縄県のサンゴ礁は危機的な状況にあり、その保全・再生が緊急の課題となっている。

県では、オニヒトデの食害からサンゴ礁を守る取り組みとして、平成19年3月に「オニヒトデ対策ガイドライン」を定め、地元関係者の協力・合意のもと保全区域を定め、定期的なモニタリングを行いつつ、保全区域を守るための駆除を促してきたところである。

今後も、本ガイドラインに沿って、保全区域に選定したサンゴ礁をオニヒトデ被害から効果的・効率的に保全していくとともに、陸域からの影響等も視野に入れた大量発生メカニズムを明らかにし、根本的な対策を講じつつサンゴ礁の保全再生を図っていく必要がある。

そのため、「オニヒトデ総合対策事業」では、オニヒトデの大量発生予察と大量発生メカニズムを解明する調査研究及び重要なサンゴ礁をオニヒトデ被害から守りきるための効果的・効率的な防除対策の検討を行うものとする。

平成29年度は、オニヒトデ大量発生予察の実証事業では、モデル海域でのモニタリングを実施し、オニヒトデ大量発生可能性が高い場所や時期等を予察し、大量発生に備える。大量発生メカニズム解明に関する調査研究事業では、研究コンソーシアムの研究者と共に、メカニズムを解明するための研究を実施する。オニヒトデ対策のあり方の検討では、沖縄県におけるオニヒトデ対策のあり方をまとめる。また、これまでのオニヒトデ総合対策事業で実施した成果を一般県民へ周知するためのシンポジウムを実施する。

## 2. 事業期間

平成29年4月3日から平成30年3月30日

### 3. 事業内容

#### 3-1. オニヒトデ総合対策事業の業務内容

オニヒトデ総合対策事業では以下の3つの事業を平成24年度から平成29年度にかけて実施する。

- ・オニヒトデ大量発生の予察実証事業
- ・オニヒトデ大量発生のメカニズムを解明に関する調査研究事業
- ・効果的・効率的なオニヒトデ防除対策の検討事業

##### 3-1-1. オニヒトデ大量発生の予察実証

モデル海域でのモニタリングを実施し、オニヒトデ大量発生の可能性が高い場所や時期等を予察し、大量発生に備えるために、調査等を実施した。

###### (1) モデル海域でのモニタリング

平成24年度オニヒトデ総合対策事業で選定したモデル海域（恩納村と慶良間）を対象として、モニタリングを実施した。モニタリングの手法は以下のとおり。

- I. マンタ法：モデル海域全域の礁斜面（各海域30km程度）
- II. スポットチェック法：モデル海域（各海域5地点程度）
- III. 稚オニヒトデ（以下「稚ヒトデ」）モニタリング：各海域5地点程度

調査頻度は年1回、時期は4～10月（マンタ法、スポットチェック法）、10～12月（稚ヒトデモニタリング）の間を基本とした。ただし、モニタリングは事業終了後も地域関係者が主体となって実施することが望ましいため、必要に応じて勉強会を開催した。

###### (2) 大量発生の予察

モデル海域でのモニタリング結果やオニヒトデ大量発生に関わる情報を整理し、オニヒトデ大量発生の可能性が高い場所や時期等を予察した。

###### (3) 防除プランの検討と関係者の合意形成

大量発生の予察情報をもとに、漁業者やダイビング業者などの地域関係者と調整し、オニヒトデ大量発生に備えた防除プランを検討した。防除プランの検討にあたっては、関係者と合意形成に努めた。

###### (4) 駆除の実施

恩納村では予察結果に基づいたオニヒトデ駆除を実施した。駆除の地点と時期は恩納村漁協と調整して決定した。また、オニヒトデ駆除データをまとめて、駆除の効果を把握した。



### 3-1-2. オニヒトデ大量発生メカニズム解明に関する調査研究

平成 24 年度オニヒトデ総合対策事業で組成した研究コンソーシアムの研究者と共に、以下の研究課題について研究を実施した。

#### (1) 栄養塩濃度調査

オニヒトデの浮遊幼生が餌とする植物プランクトンが増殖する要因を推定するため、那覇から名護にかけての沖縄島西海岸周辺の 10 地点程度において、オニヒトデ産卵期（5 月～9 月）に 2 回程度採水した。採水した海水の分析は研究コンソーシアムメンバーである沖縄県衛生環境研究所に依頼し、TN（全窒素）、TP（全リン）等について分析を行った。

#### (2) クロロフィル分布調査

栄養塩濃度と植物プランクトン密度の関係を調べるため、栄養塩濃度調査の調査地点において、蛍光センサーを備えた水温・塩分・深度測定器を使用し、現地でクロロフィル濃度の指標となる蛍光強度を測定した。蛍光強度の測定にあたっては、現地で採水したサンプル海水中のクロロフィル濃度分析を、研究コンソーシアムメンバーである沖縄県衛生環境研究所に依頼し、現地で測定した結果を室内分析結果と比較検討した。

#### (3) 幼生餌料制限

オニヒトデ幼生が植物プランクトン以外の餌を補食するかどうか調べるために、水槽内で採取した幼生を用いた飼育実験を行った。

#### (4) 稚ヒトデ調査

オニヒトデ幼生着底後の成長率と生存率を推定するため、沖縄島周辺で稚ヒトデの個体密度や個体サイズなどの生息状況を調査した。調査の時期はオニヒトデが着底する時期（10～12 月）を中心に 2 週間から 1 ヶ月の間隔で 3 回以上実施した。

#### (5) オニヒトデ成体個体群調査

沖縄県内全域の 20 地点以上の調査地点において、年 1 回、一定範囲の遊泳観察によってオニヒトデの個体数と食痕数を調査すること。

#### (6) 個体群統計モデリング

オニヒトデの個体集団が発生するパターンを統計的に推定するため、恩納村漁協などオニヒトデ駆除を継続的に実施している地域の駆除記録を収集し整理した。

クロロフィル量や海岸線の凹凸などのデータを用いて統計モデル解析を実施した。

#### (7) ケミカルシグナルを利用した大量発生予測手法開発

オニヒトデ浮遊幼生の変態を誘引する化学物質（変態誘引物質）や、稚ヒトデの摂餌を誘引する化学物質（摂餌誘引物質）を利用した水槽実験および誘引試験を行った。

## **(8) サンゴ礁モニタリングロボット等の研究開発**

サンゴ礁モニタリングに役立つロボット等の開発を行う。ロボット等の研究開発にあたっては、基本的な性能のほか、10m～30m の水深帯でのマンタ法に必要な能力等に加え、サンゴやオニヒトデの自動解析機能、定点観測機能等、サンゴ礁モニタリングに役立つ機能について検討したうえで、試行機器等の研究開発を行った。

### **3-1-3. 海外研究機関等との協定業務補助**

平成 25 年度業務で沖縄県と海外研究機関との間で締結された協定について、情報交換や人材交流等の補助を行った。

### **3-1-4. オニヒトデ対策のあり方の検討**

オニヒトデの大量発生予察に基づき、地域との協力と合意形成のもと、重要なサンゴ礁を「守りきる」ためのオニヒトデ対策について検討し、沖縄県におけるオニヒトデ対策のあり方を作成した。オニヒトデ対策のあり方を作成するにあたっては、委員会で検討された内容を踏まえた。作成したオニヒトデ対策のあり方を元に、オニヒトデ対策や予察方法などをまとめた普及啓発用の冊子を作成した。

### **3-1-5. 検討委員会の実施**

事業を総合的に検討するための検討委員会を設置し、平成 29 年度中に 2 回開催した。

### **3-1-6. シンポジウムの開催**

オニヒトデ総合対策事業の成果を県民へアピールするためのシンポジウムを開催した。シンポジウムの開催にあたっては、開催会場の手配、チラシ・ポスターの作製、配布、発表者との調整（講演者）、シンポジウム開催当日の会場設営及び運営等を行った。

#### 4. 平成29年度オニヒトデ総合対策事業の概要

沖縄県のサンゴ礁は、その多様性や固有性において世界的にも高い評価を受けているとともに、漁業資源、観光資源としての役割や天然の防波堤としての機能など、様々な生態系サービスをとおして県民生活や県経済に多くの恩恵を与えている。しかしながら、平成10年に起こった白化現象をはじめ、赤土等の流出や慢性的なオニヒトデの大量発生等により、沖縄県のサンゴ礁は危機的な状況にあり、その保全・再生が緊急の課題となっている。

沖縄県では、オニヒトデの食害からサンゴ礁を守る取り組みとして、平成19年3月に「オニヒトデ対策ガイドライン」を定め、地元関係者の協力・合意のもと保全区域を定め、定期的なモニタリングを行いつつ、保全区域を守るための駆除を促してきたところである。今後も、本ガイドラインに沿って、保全区域に選定したサンゴ礁をオニヒトデ被害から効果的・効率的に保全していくとともに、陸域からの影響等も視野に入れた大量発生メカニズムを明らかにし、根本的な対策を講じつつサンゴ礁の保全再生を図っていく必要がある。

そのため、「オニヒトデ総合対策事業」では、オニヒトデの大量発生予察と大量発生メカニズムを解明する調査研究及び重要なサンゴ礁をオニヒトデ被害から守りきるための効果的・効率的な防除対策の検討を行うものとする。平成29年度のオニヒトデ大量発生予察の実証事業では、モデル海域でのモニタリングを実施し、オニヒトデ大量発生可能性が高い場所や時期等を予測するとともに、過去の予測結果の検討を行った。大量発生メカニズム解明に関する調査研究事業では、研究コンソーシアムの研究者と共に、メカニズムを解明するための研究を実施した。オニヒトデ対策のあり方の検討では、沖縄県におけるオニヒトデ対策のあり方をまとめた。また、これまでのオニヒトデ総合対策事業で実施した成果を一般県民へ周知するためのシンポジウムを実施した。

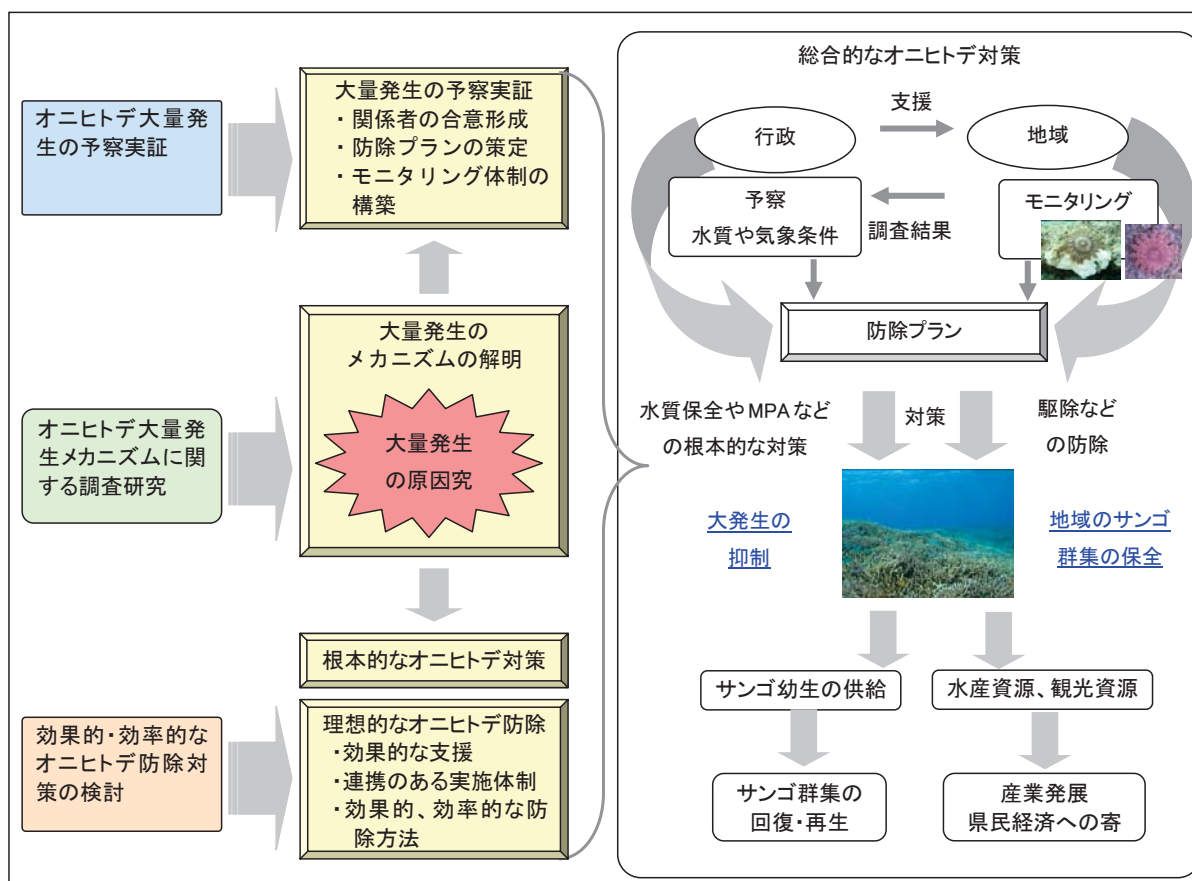


図1-4-1. オニヒトデ総合対策事業の効果のイメージ。

## 4-1. オニヒトデ大量発生の予察実証

予察実証事業では、モデル海域（恩納村および慶良間）において、モニタリングを実施し、オニヒトデ大量発生の可能性が高い場所や時期等を予察し、大量発生に備えるために調査等を実施している

（図1-4-2）。モデル海域では、稚ヒトデ調査、マンタ法調査、スポットチェック法調査、地元関係者との情報共有等を実施した。

恩納村では2014年以降は稚ヒトデの食痕群数及び稚ヒトデ確認個体数は減少しており、2014年～2017年加入個体群による数年後（2016～2019年）の大量発生の恐れは低いと考えられる。しかしながら、現在の予察の精度では恩納村周辺で2万個体程度の個体群や小さなエリアで高密度となる個体群を予測することは困難であり、近年の駆除数を考慮すると2万個体程度の個体群は次年度も発生するものと考えられる。

慶良間では2013年以降全体的に稚ヒトデは少なく、2013年・2014年はスポット的に稚ヒトデが多く見られた地点があったものの、2015～2017年はスポット的に多い地点も見られなかった。2013年に久場島西の1地点で稚ヒトデが多く確認されたが、2年後の2015年のオニヒトデの成体の確認数は少なかった（スポットチェック法で0.5個体）。2014年に座間味島の北東で稚ヒトデが多く確認された地点の近くでは、2016年の調査でオニヒトデと食痕が確認されたが、その数は多くなかった。限られた地点で確認される、いわば小規模な稚ヒトデの集団は、その後の大規模な大量発生につながる可能性がある。

図1-4-3に恩納村における2013～2015年の稚ヒトデモニタリング結果と、2年後（2015～2016年）のオニヒトデ駆除数を示す。2013年の稚ヒトデ調査では、恩納村北部で稚ヒトデが多く確認され、2015年以降の大量発生が懸念されていた。2015年度の駆除前後調査で20cm程度のオニヒトデが10個体以上/15分間確認され、駆除でも20cm前後のオニヒトデが多く駆除された。2015

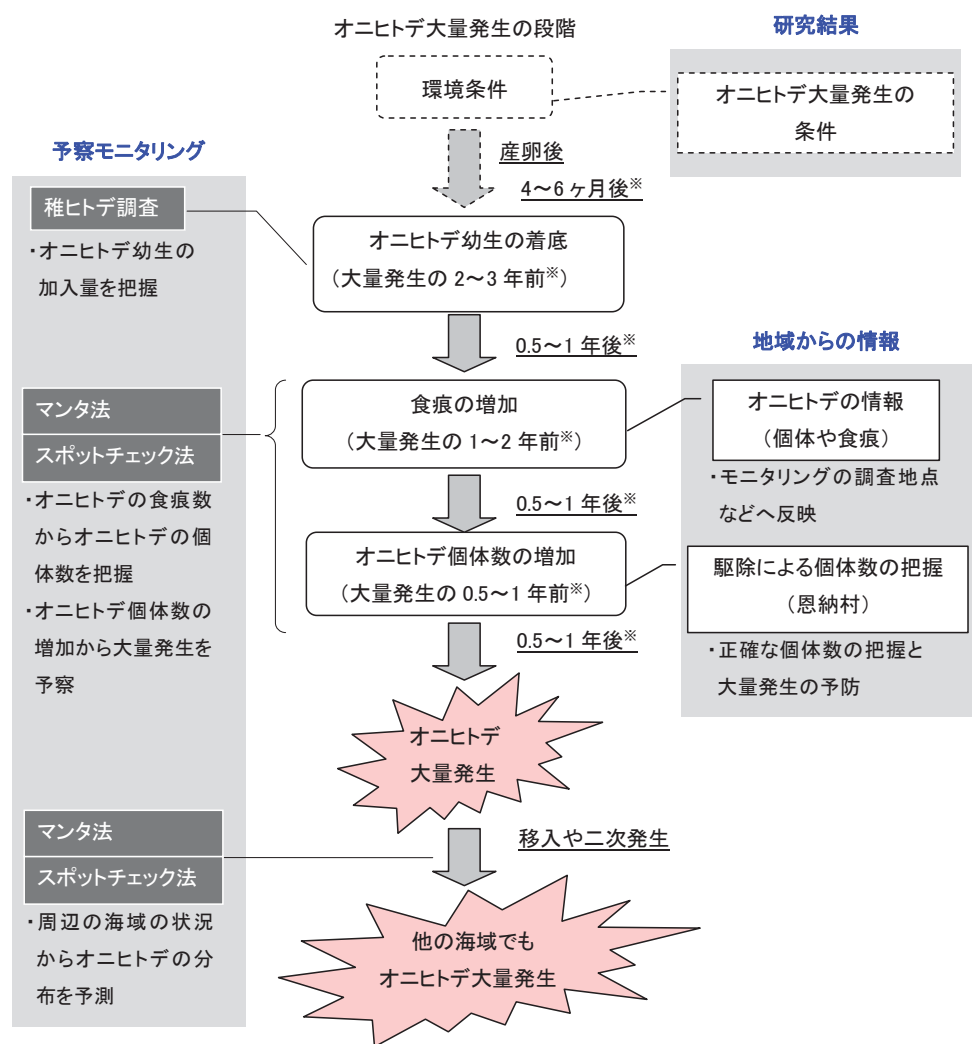


図1-4-2. モニタリングによる予察のイメージ。

\*この期間はおよそその期間であり、環境条件等により変化する可能性がある。

予察イメージ通りであれば、モニタリングによりオニヒトデ大量発生の1.5～3年程度前からの予察が可能である。ただし、「食痕の増加」の後に、「オニヒトデ個体数の増加」を経ずに、「オニヒトデ大量発生」となる場合もあるため、予察前の期間が短くなることもある。

年に駆除されたオニヒトデは 20cm 前後が多いことから、成長率を考慮すると 2013 年に確認された稚ヒトデは、ほぼ 2015 年に駆除された集団と考えられ、恩納村北部で多く発生するとして予察と合致した。ただし、地点別で見ると、オニヒトデが最も多く駆除されている最北部の部瀬名の稚ヒトデ個体数（6 個体）はその南（21 個体）に比べ少なかったことや、恩納村中央部に位置する谷茶でオニヒトデは 228 個体しか駆除されていないなどの違いも見られた。

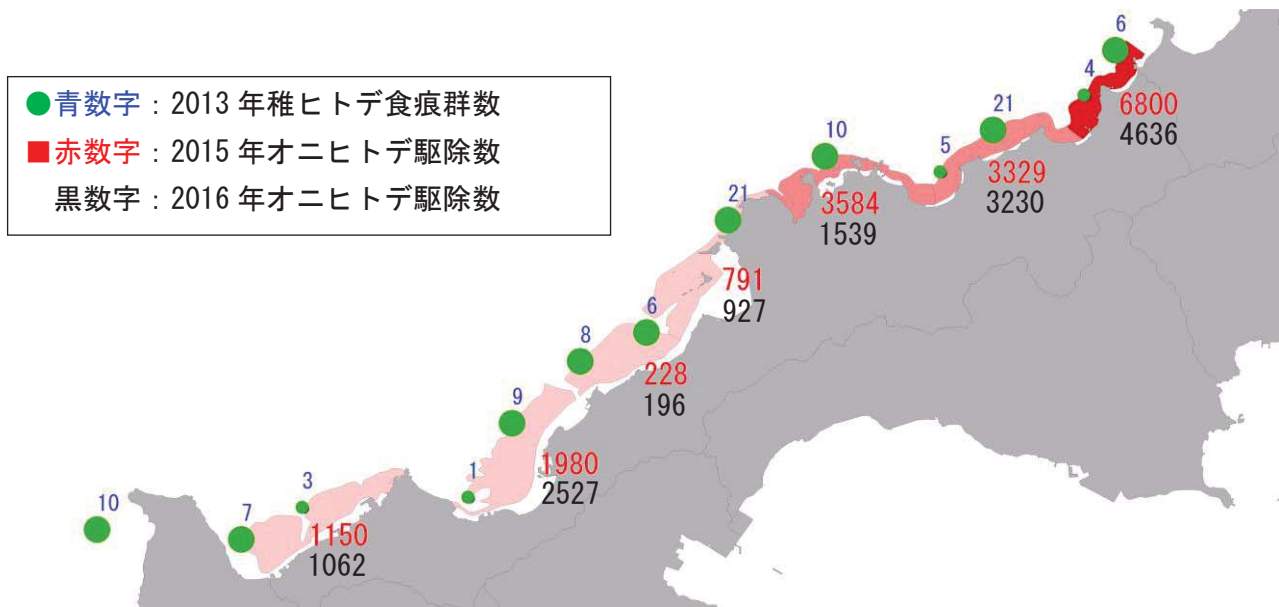


図1-4-3. 稚ヒトデモニタリング結果(2013~2015年)とオニヒトデ駆除数(2015~2016年)の比較.

## 4-2. オニヒトデ大量発生メカニズム解明に関する調査研究

本事業で実施する調査研究の目的は、大学や研究機関との連携のもと、オニヒトデが大量発生するメカニズムを明らかにし、人為的要因が関与しているならば、それらを低減または除去する抜本対策を検討することである。

オーストラリア・グレートバリアリーフでの研究により、オニヒトデの大量発生は生活史初期（浮遊幼生期および稚ヒトデ期）における生存率が高まることが原因だと考えられている（図1-4-4）。生存率に影響をあたえる要因は、水質、海流、捕食者、餌サンゴ被度などで、これらを組み合わせていくつかの大量発生仮説が提唱されてきた。とりわけ、サンゴ礁海域が陸水流出のために富栄養化して植物プランクトンが増殖し、それらを餌としてオニヒトデの浮遊幼生の生存率が高まって大量発生につながるという人為的影響による「幼生生き残り仮説」は最も有力視されている。しかし、ハワイやバヌアツなど太平洋の他の島嶼では、植物プランクトンの増殖が海域の基礎生産量の変動やモンスーンにともなう湧昇流によって起きるとの示唆があり、大量発生が自然現象に支配されている可能性は排除できない。沖縄県の周辺海域における植物プランクトンの動態は十分に把握されているとはいえ、県内のサンゴ礁地形や各種の環境条件もグレートバリアリーフと様々な面で異なっているので、本事業で実施する調査研究では「幼生生き残り仮説」の検証にとどまらず、他の仮説や自然現象説も含めて総合的に議論するためのデータを取得すべきだと考えられる。

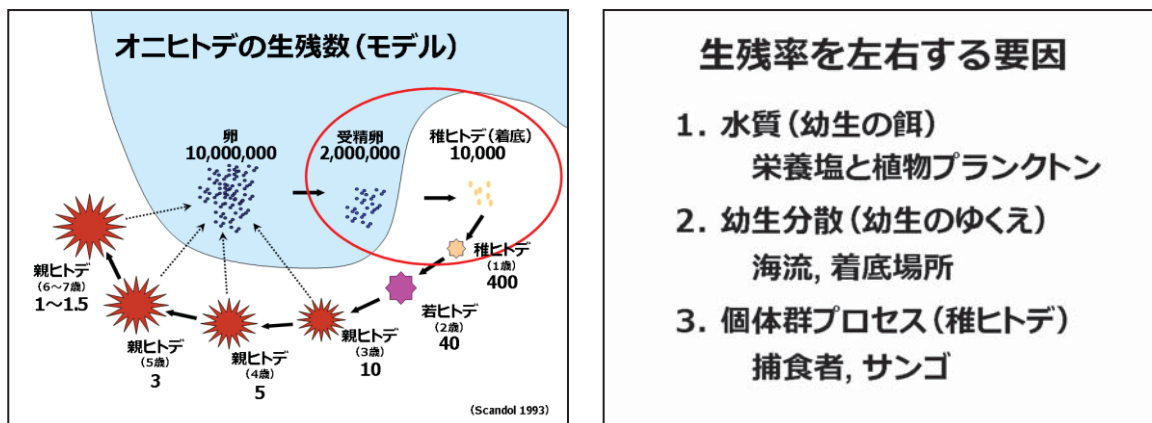


図1-4-4. オニヒトデの生活史における生存モデル(左)。受精卵から浮遊幼生を経て稚ヒトデになるまでの生存率のわずかな変化が親ヒトデの個体数に大きな影響をあたえる。生存率は右図に示した要因で主に变化する。

オニヒトデの大量発生に関わる重要な要因は下記の5つである：

- 繁殖 : 繁殖期の個体密度
- 水質 : 繁殖期の植物プランクトン量とその変動を支配する栄養塩類
- 分散 : 着底が近い浮遊幼生を適切な場所へ運搬する海流
- 捕食 : 稚ヒトデを食べる生物の種類と量
- サンゴ : 稚ヒトデから成体へと成長し繁殖するために必要な餌

これら要因の各々について、大量発生が起きやすいと思われる海域での相対的な重要性を評価し、そして、その結果重要だと認められた要因が、大量発生が起きなかった（または起きにくい）海域と比較してどのように異なるか調べることを調査研究の目標とし、オニヒトデの大量発生メカニズム解明に必要だと考えられる様々な分野の調査研究を実施した。

#### 4-2-1. 大量発生メカニズム解明に関する主な調査研究結果

本事業の調査研究により得られた幼生生き残り仮説に関する重要な示唆は次のとおりである：

- オニヒトデの幼生は、沖縄県内の3つの島嶼グループ（八重山諸島・宮古諸島・沖縄島）の間で双方向に分散するが、全般的には南から北への流動が卓越しているため沖縄島がシンク（幼生の加入先）になりやすい。
- 幼生分散シミュレーションの結果、長距離分散の可能性も示されたが、大半は産まれた海域やその近隣海域に戻って着底する確率が高いことがわかった（約60%が100km以内、約30%が100 - 250km）。オニヒトデの個体群維持は、島嶼グループが基本スケールとなる、どちらかといえばローカルな現象である可能性が高い。
- 幼生分散シミュレーションにおいて、2002年以降に各島嶼グループ内でコネクティビティが高まっている理由として、同年からのクロロフィルa濃度の増大が考えられる。
- オニヒトデ幼生は、植物プランクトンのほかにも、バクテリア、デトリタス、サンゴ粘液を、これまで物理的に捕食できないと考えられていた2 μm以下の画分も含め、補助的な餌として利用できる。
- 沖縄本島西海岸において、植物プランクトン密度を示すクロロフィルa濃度は、平常時はオニヒトデ幼生の生存下限（0.25 μg/L）をやや下回っていることが多いが、降雨により河川水が流出すると、生存および成長が見込まれる範囲（0.25 μg/L以上）に上昇しやすい。
- 降雨により河川水が流出すると、まずバクテリアなど微小生物が増加し、やや遅れてクロロフィルa濃度が上昇するため、河口に近い海域では降雨後数日間にわたってオニヒトデ幼生が生存し、場合によってはゆるやかに成長できる餌環境になる可能性が高い。

#### 4-2-2. 沖縄県におけるオニヒトデ大量発生メカニズム

これまで行われてきた調査研究やオニヒトデ大量発生メカニズム解明に関する調査研究結果から、沖縄県におけるオニヒトデ大量発生は以下のようなメカニズムであると考えられる。

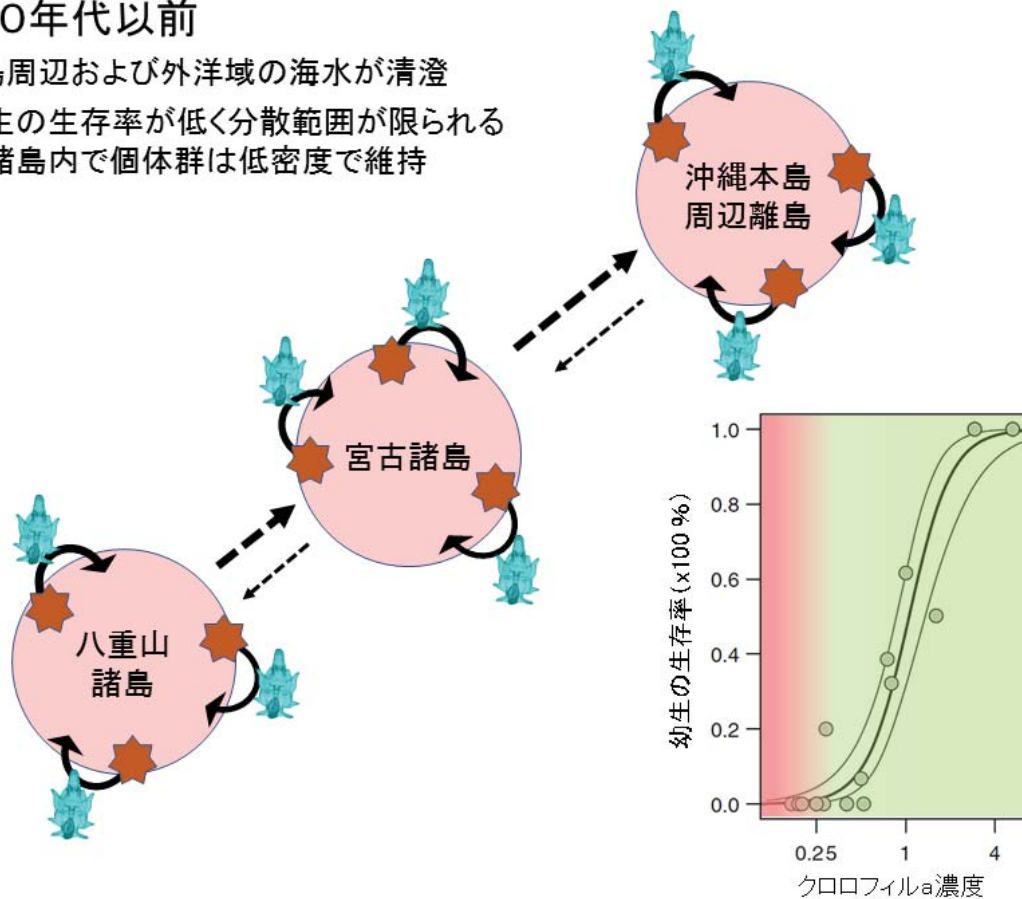
- 過去（1940年から1960年頃）の大量発生は、小規模で短い期間（単年など）の記録が残っていることから、それぞれの大量発生は単発的で地域的な大量発生であったと考えられる。海域の栄養塩濃度が、オニヒトデ幼生が生き残れる量まで餌を増殖させられるほど高くなければ、一時的に大量発生したオニヒトデが産卵しても周辺海域に到達することはほとんどない。人為的な影響がほとんどない状態では、ある場所の大量発生が他の地域の大量発生を引き起こす可能性は非常に低く、同年代に広範囲（島嶼間規模）に及ぶ大量発生がほとんどなかったと考えられる。

#### 1960年代以前

各諸島周辺および外洋域の海水が清澄

⇒ 幼生の生存率が低く分散範囲が限られる

⇒ 各諸島内で個体群は低密度で維持

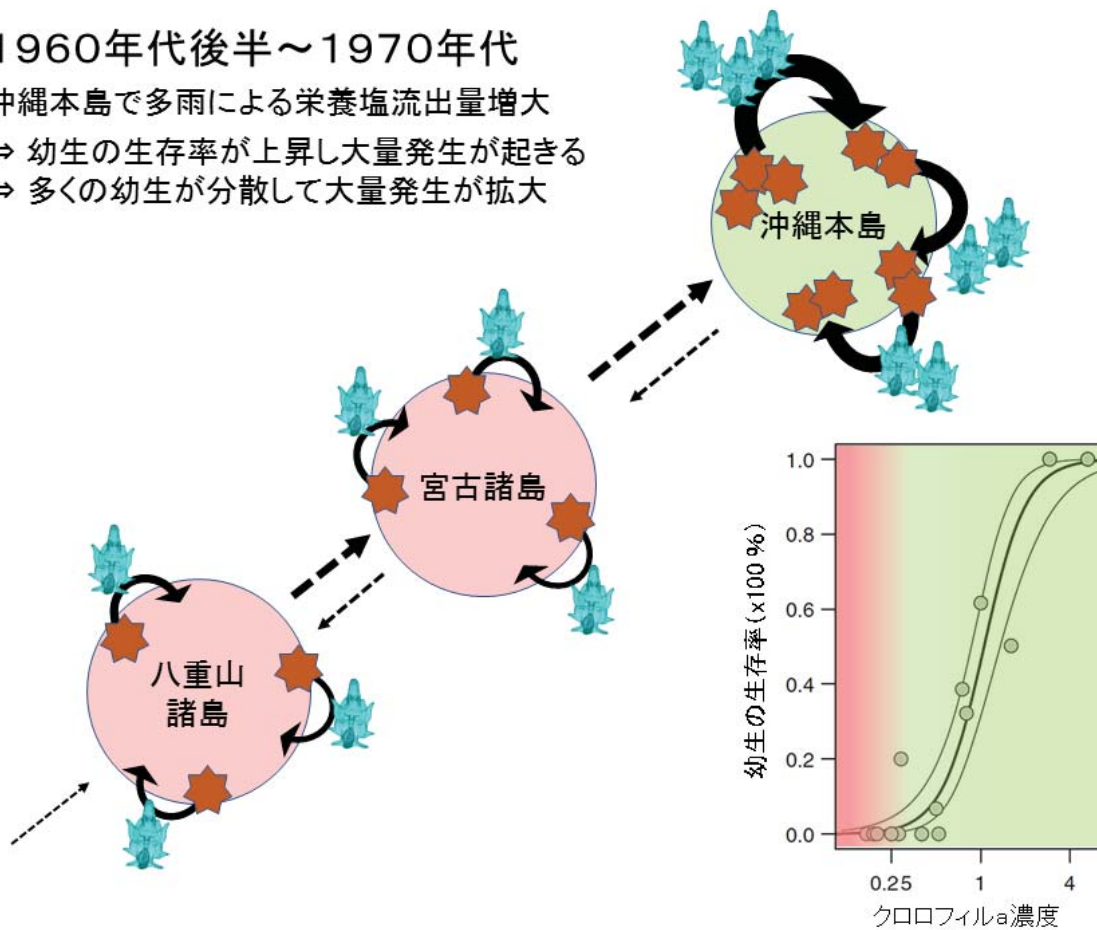




- 1970年頃からは、人為的な影響により海域の栄養塩の影響が高くなるにつれて、オニヒトデ幼生が生き残れる確率も高まり、ある場所の大量発生が他の地域の大量発生を引き起こす頻度が高くなったと考えられる。そのため、それまで小規模で収束していた大量発生が、次の大量発生を引き起こし（二次発生）、沖縄県内の広い範囲に広がるようになった。
- 1980年ごろまでのオニヒトデの大量発生は、大規模な降雨と小規模な大量発生のタイミングが重なった時に、広い範囲（島嶼間規模）での大量発生となっていたと考えられる。大規模な降雨により海域の栄養塩濃度が一時的に高くなって餌が増えた結果、オニヒトデ幼生が生き残ることが可能となり、周辺の海域へオニヒトデが分散し広い範囲の大量発生を引き起こす場合が多かったと考えられる。

### 1960年代後半～1970年代

沖縄本島で多雨による栄養塩流出量増大  
 ⇒ 幼生の生存率が上昇し大量発生が起きる  
 ⇒ 多くの幼生が分散して大量発生が拡大



- 1980年以降は人為的な影響により海域に流れ込む栄養塩の量が多くなり、大規模な降雨がなくてもオニヒトデ幼生が生き残る可能性が高くなり、降雨と大量発生との関係が不明瞭になった。
- 2000年以降も海域の人為的な栄養塩の影響は変わっておらず（公共用水域の水質調査結果より）、条件（主にサンゴの量がたくさんある状態）が整えば、小規模な大量発生が起こり、広い範囲（島嶼間規模）に大量発生が広がっていった。
- 現在の沖縄島周辺（残波以南の西海岸）の栄養塩濃度は、オニヒトデ幼生が生存できる餌条件を作り出している。このような場所が一次発生前段階のソースとなり、恩納村や周辺海域で大量発生（一次発生）を引き起こし、各地に大量発生が伝播する可能性が大きいと考えられる。このような場所の栄養塩対策や周辺海域の一次発生個体の駆除を行うことで、大量発生が広範囲に及ばないように対策を行うことが効率的である。

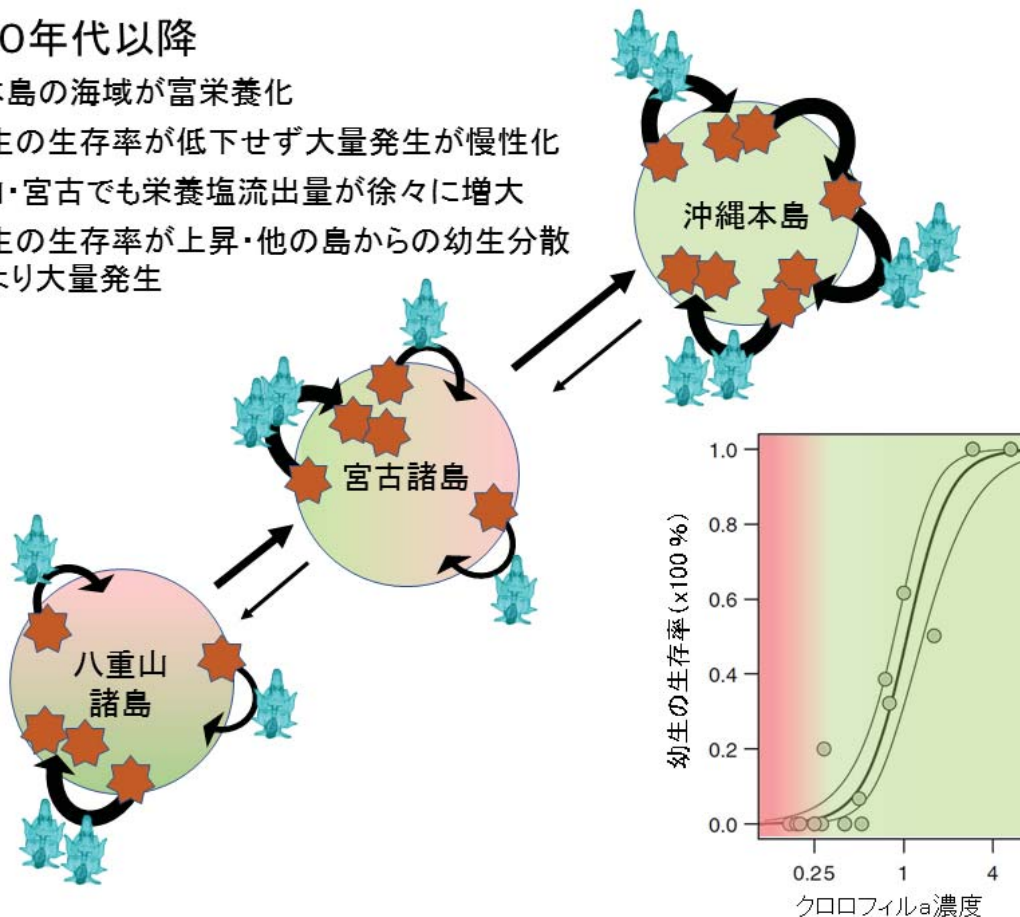
## 1980年代以降

沖縄本島の海域が富栄養化

⇒ 幼生の生存率が低下せず大量発生が慢性化

八重山・宮古でも栄養塩流出量が徐々に増大

⇒ 幼生の生存率が上昇・他の島からの幼生分散により大量発生



### 4-3. オニヒトデ対策のあり方の検討

これまで検討したオニヒトデ対策のあり方に基づいて、以下のような沖縄県のオニヒトデ対策のあり方を作成し、普及啓発冊子を作成した。

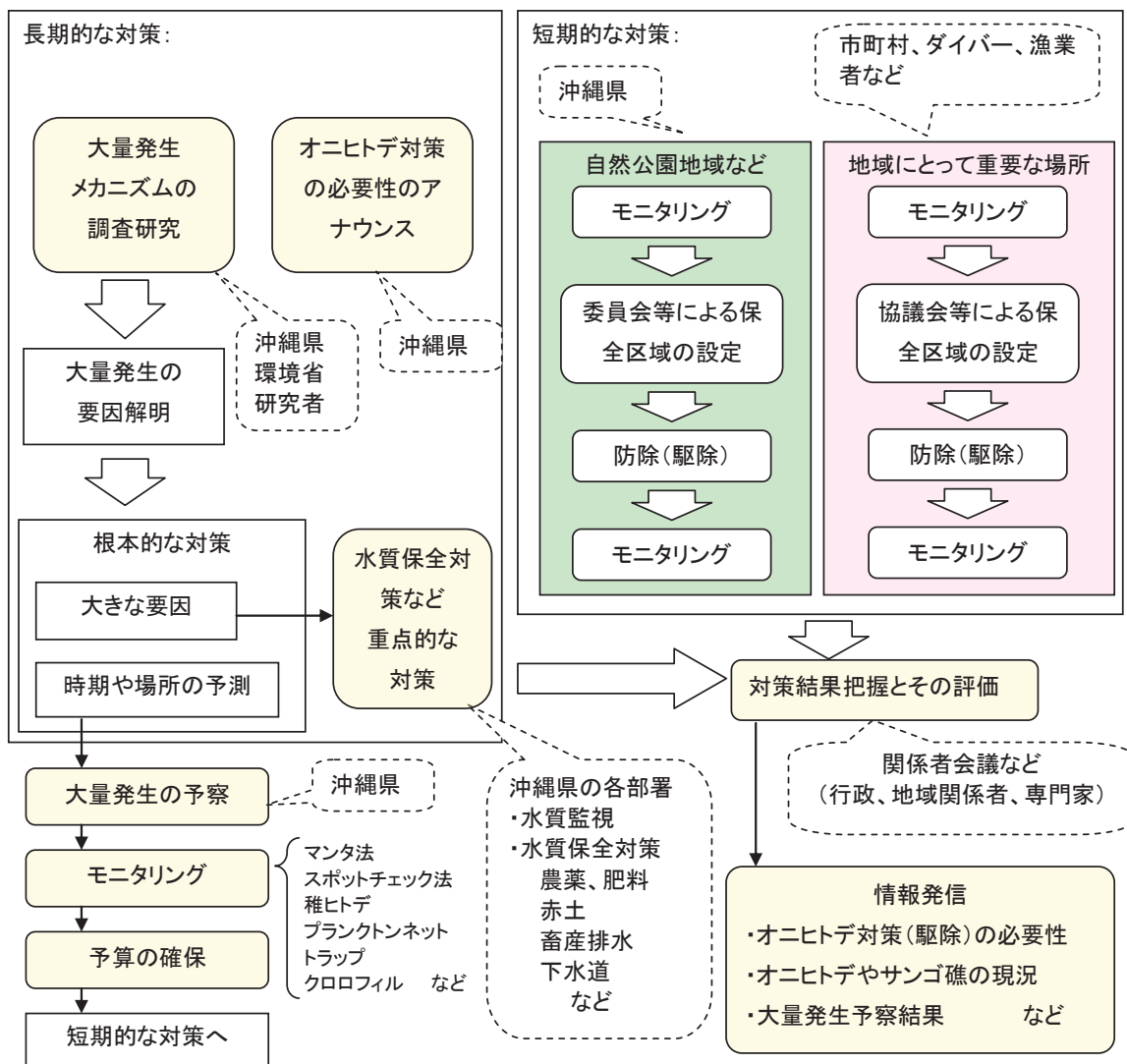
#### 4-3-1. 沖縄県のオニヒトデ対策のあり方

オニヒトデ大量発生はサンゴ群集に大きな影響を与える要因の一つで、サンゴ群集の資源的価値（自然・観光・水産）を大きく損ねます。沖縄では、オニヒトデの大量発生だけでなく、白化現象や赤土等の土壌流出、水質の悪化などの攪乱要因が複雑に影響し合いサンゴ礁の状態が悪くなっています。そのようなサンゴ礁は資源的価値が低くなるだけでなく、復元力が低下し、その回復には保全するよりも時間や労力がかかることが予想されます。

貴重な自然資源や魅力ある観光資源、豊かな漁場を有するサンゴ礁を保全し、観光産業と漁業者を支援するためにも、短期的・長期的な戦略でオニヒトデ対策を進める事が必要です。

短期的な戦略：オニヒトデ分布状況を把握・共有し、関係者と連携しながら、駆除等の対策を実施します。

長期的な戦略：調査研究により大量発生メカニズムを解明し、根本的な対策を講じることで、オニヒトデ大量発生リスクを軽減させます。



## (1) 対策の方針とモニタリング

### I. 対策の方針

広範囲でオニヒトデの大量発生が起こった場合、広大なサンゴ礁をすべて守ることは不可能です。また、長期間に及ぶオニヒトデ大量発生のために確保できる予算や人員も限られています。そのため、優先的に保全する区域を決めて対策を行う必要があります。基本的にはオニヒトデ対策ガイドラインに沿った対策が重要です。

オニヒトデ対策ガイドラインが沖縄県のホームページで公開されています。

[http://www.pref.okinawa.jp/site/kankyo/shizen/hogo/onihitode\\_guideline.html](http://www.pref.okinawa.jp/site/kankyo/shizen/hogo/onihitode_guideline.html)

### II. モニタリング

オニヒトデの生態に関する情報や分布状況、モニタリング方法、駆除方法などの情報をみんなで共有できれば、効果的なオニヒトデ対策につながります。サンゴ群集やオニヒトデの分布状況を整理すれば、保全する場所の優先順位を決定する際の情報にもなります。

稚ヒトデの数や食痕数、オニヒトデの数や食痕数、サンゴ被度などに注目しモニタリングを行えば、オニヒトデ大量発生の兆候を捉えることができ、オニヒトデ大量発生をある程度予測できることがわかっています。稚ヒトデ調査、マンタ法調査、スポットチェック法調査、オニヒトデ駆除、ダイビング中の目撃情報によってオニヒトデ個体数などの予察に必要な情報を集め、これらのモニタリング情報を組み合わせ、オニヒトデ大量発生を予察する方法が考案されています。

オニヒトデ総合対策事業での予察とその検証結果を元にして、大量発生の可能性を判断するフローチャートが作成されています(図1-4-5)。

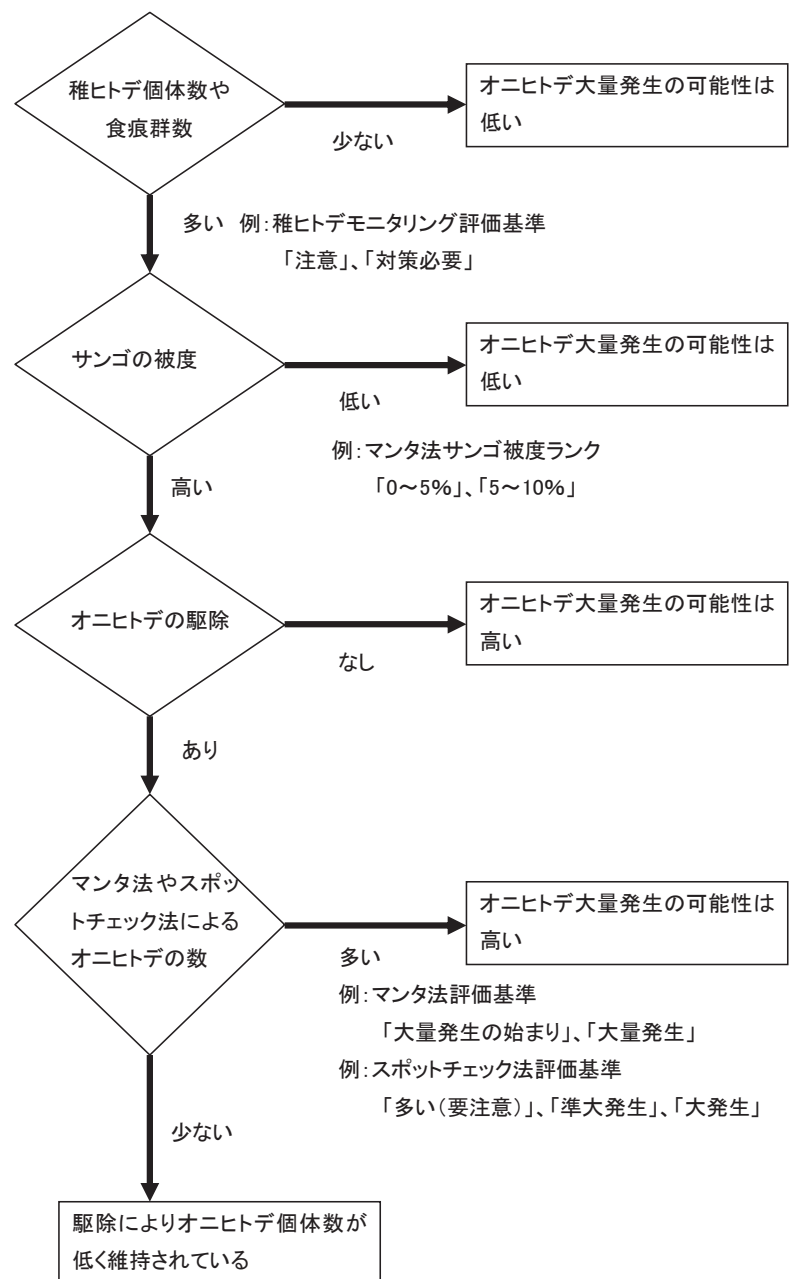


図1-4-5. オニヒトデの大量発生の可能性を判断するフローチャート.

## (2) みんなでできるオニヒトデ対策

サンゴ礁の海が透明できれいなのは、窒素やリンを吸収して育つ植物プランクトンなどが少ないためです。窒素やリンは栄養塩と呼ばれ、私たちが日常生活で使っている洗剤、シャンプーや食べ物に多く含まれるので、洗剤やシャンプーを使い過ぎたり、食べ残しを排水口に流すと、海に流れ込む栄養塩が増えることとなります。栄養塩が増えると植物プランクトンが増加し、通常は餌がなくて死んでしまうオニヒトデ幼生がたくさん生き残って、オニヒトデ大量発生を引き起こす危険性を高めます。家庭でできる生活排水対策は、みんなでできるオニヒトデ対策になるのです。

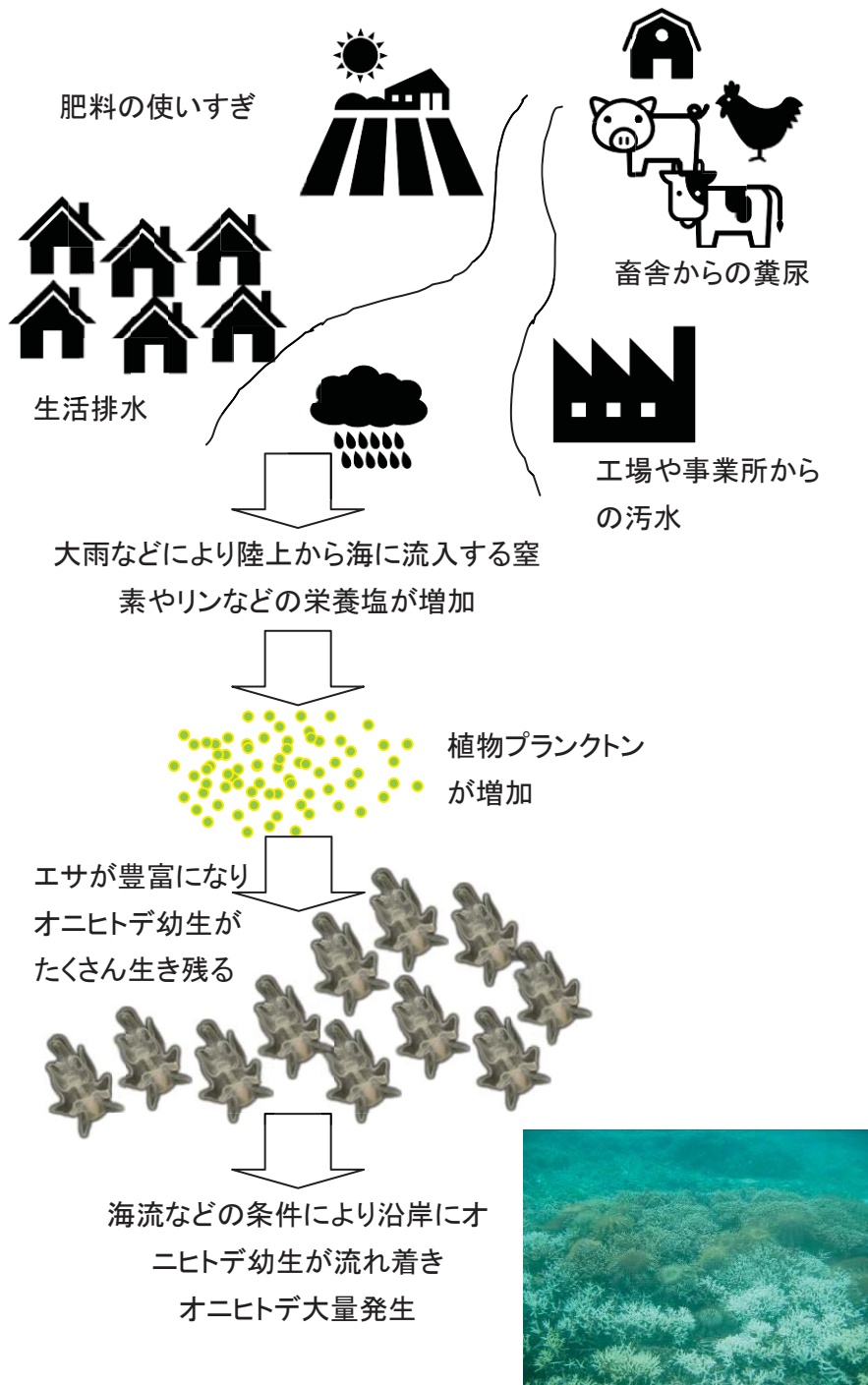


図1-4-6. 私たちの生活とオニヒトデ大量発生のつながり。

沖縄県のホームページには家庭でできる生活排水対策が紹介されています。

台所では、

- ・ 食事や飲み物は必要な分だけつくり、残り物を流さないようにしましょう。
- ・ 食器や鍋の汚れは拭き取ってから洗うなど、「よごれのもと」を流さない工夫をしましょう。
- ・ 食器を洗うときの洗剤は適量を使いましょう。
- ・ 調理くずや食べ残しが流れてしまわないように、水切り袋などを使いましょう。
- ・ お米のとぎ汁は植木の水やりに利用しましょう。

トイレ・お風呂・洗濯では、

- ・ トイレトペーパーの使いすぎに注意しましょう。(トイレトペーパーの量が多いと、汚れを浄化する微生物がうまく働くことができません。)
- ・ 入浴や洗濯の際は、石けん・洗剤・シャンプーなどは適量を使いましょう。
- ・ お風呂の排水口に目の細かいネットを張るなどしましょう。
- ・ お風呂の残り湯は洗濯に利用しましょう。

その他にも、

- ・ 下水道へ接続しましょう。
- ・ 浄化槽は維持管理をしましょう。



図1-4-7. 家庭でできる生活排水対策(沖縄県環境部環境保全課ホームページ 生活排水対策

[http://www.pref.okinawa.jp/site/kankyo/hozen/mizu\\_tsuchi/water/drainage\\_top.html](http://www.pref.okinawa.jp/site/kankyo/hozen/mizu_tsuchi/water/drainage_top.html)).

生活排水対策以外にも、オニヒトデについて学習したり、オニヒトデの大量発生が自分達の生活に関係していることを知ること、知ったことを周りのみんなに教えることも、誰でもできるオニヒトデ対策の一つです。

もしあなたがダイバーであれば、実際のモニタリングに協力したり、オニヒトデの大量発生を見つけたら沖縄県自然保護課に知らせることで、調査研究に貢献できます。

### 4-3-2. オニヒトデ大量発生の予察モニタリング手法

これまでのオニヒトデ総合対策事業で実施してきた予察について、予察事例を整理し予察方法についてまとめた。作成した大量発生モニタリング方法について、主要な部分を示す。

#### (1) オニヒトデ大量発生の予察モニタリング

オニヒトデ大量発生の予察は、オニヒトデやサンゴの状況をモニタリングすることで、オニヒトデの大量発生を予察する試みである。モニタリングによって大量発生の予兆をつかむことは、オニヒトデ対策を行う上で非常に重要である。稚オニヒトデ（以下、稚ヒトデ）や食痕数、オニヒトデの個体数や食痕数、サンゴ被度などに注目しモニタリングを行えば、オニヒトデ大量発生の兆候を捉えることができ、オニヒトデ大量発生をある程度予測できることがわかっている。稚ヒトデ調査、マンタ法調査、スポットチェック法調査、オニヒトデ駆除、ダイビング中の目撃情報によってオニヒトデ個体数などの予察に必要な情報を集め、これらのモニタリング情報を組み合わせ、オニヒトデ大量発生を予察する方法を紹介する。

モニタリングによる予察のイメージを次ページの図に示す。沖縄ではオニヒトデは初夏に産卵し、受精後オニヒトデ幼生となり（図1-4-8）数週間海中を漂い海底に着底する。その後サンゴモなどを食べて少しずつ成長し（図1-4-9）、着底1年後にはサンゴを食べる2~3cm程度のオニヒトデが見られるようになる。サンゴが十分にあるなどの条件が整っていれば、オニヒトデは成長し2年後には15~20cm程度となる。小さな食痕が確認できるが、オニヒトデが小さいため岩の奥などに隠れていると見つけることは難しい。3年後の夏には25~30cm程度となり、オニヒトデの個体数が多い場合は寄り集まって昼間もサンゴを食べる様子が見られることもある（図1-4-10）。



図1-4-8. オニヒトデの幼生.

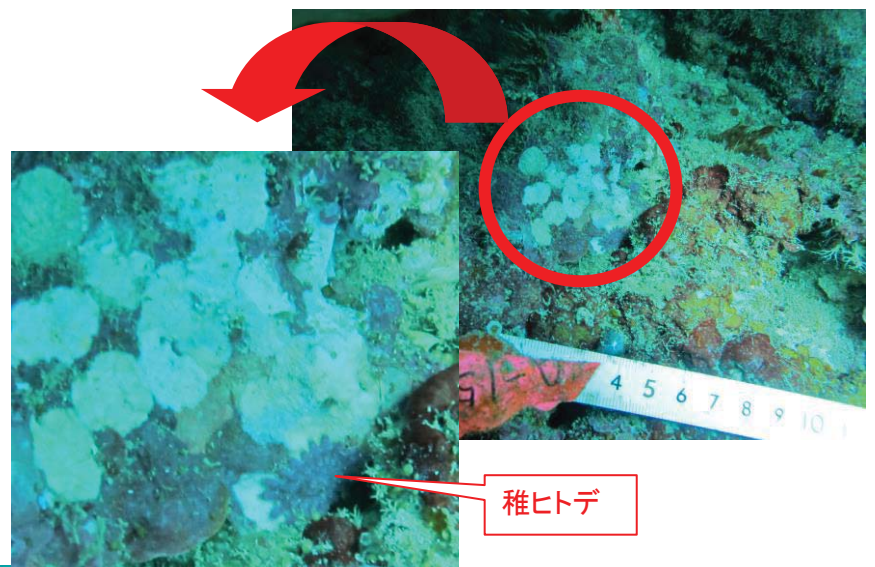


図1-4-9. 海底に着底後サンゴモを食べている稚ヒトデ.



図1-4-10. オニヒトデが大量発生し、寄り集まって昼間もサンゴを食べている様子.

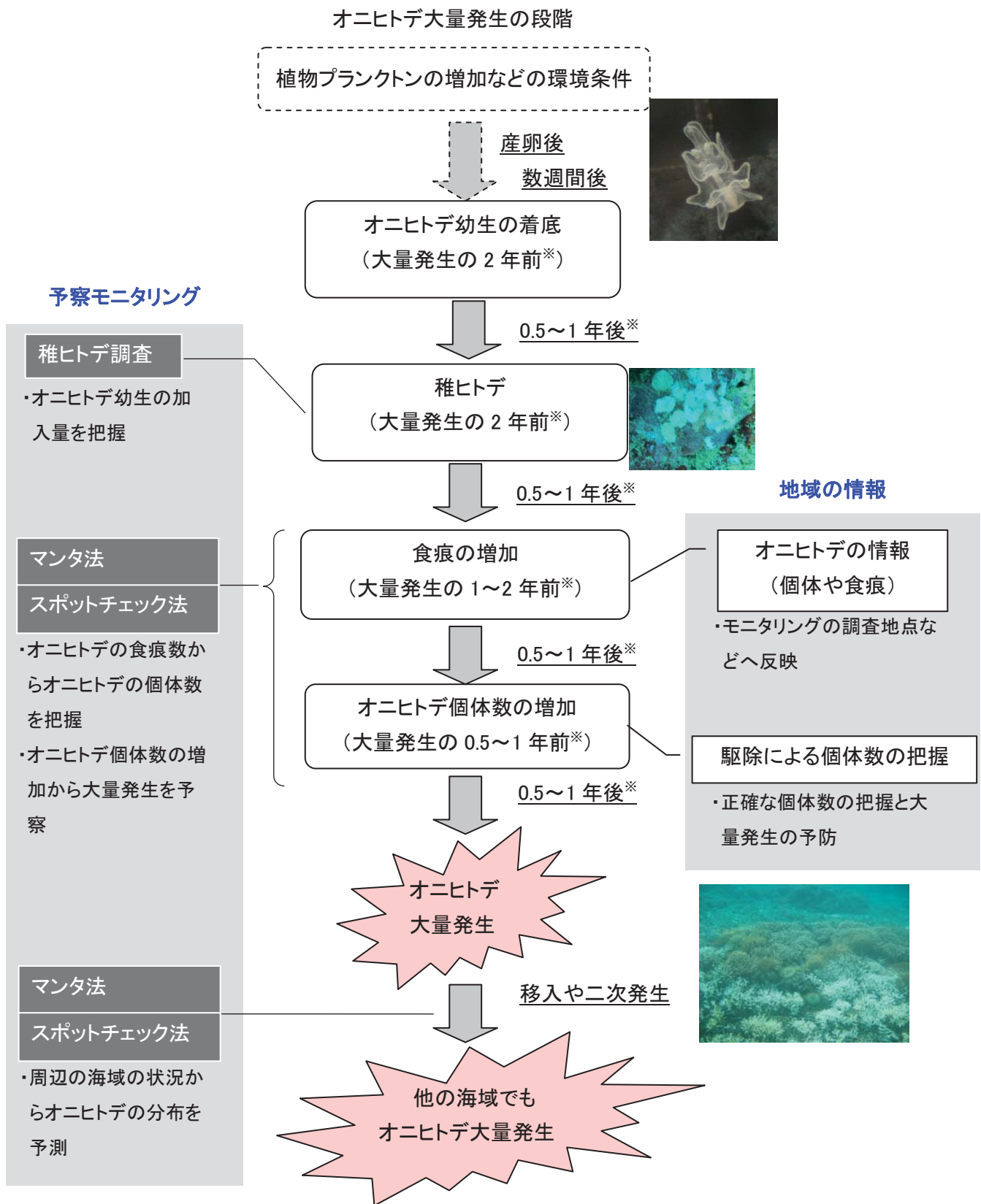


図1-4-11. モニタリングによる予察のイメージ.

<sup>※</sup>この期間はおおよその期間であり、環境条件等により変化する可能性がある。

予察イメージ通りであれば、モニタリングによりオニヒトデ大量発生の1.5~3年程度前からの予察が可能である。ただし、「食痕の増加」の後に、「オニヒトデ個体数の増加」を経ずに、「オニヒトデ大量発生」となる場合もあるため、予察前の期間が短くなることもありうる。



## I. オニヒトデの大量発生を予測する（成体モニタリング）

### マンタ法

マンタ法は調査員が船に引っ張られながら海中を観察し、サンゴの被度などの海底の状況等を調査する方法である（図1-4-12）。広い範囲を対象とした調査に適していて、サンゴ群集や藻場などの概況調査を行う際に一般的に用いられる。



図1-4-12. マンタ法調査の様子.

### スポットチェック法

スポットチェック法は、スノーケリングによりサンゴ被度などの海底の状況を調査する方法である（図1-4-13）。正確にサンゴの被度を出すことは難しいが、調査時間が短いため1日で多くの地点が調査可能で、地点数を多く取ることにより広い範囲のサンゴ群集の状況を把握することができる。



図1-4-13. スポットチェック法調査の様子.

### 注意事項

- ・サンゴの有無はサンゴを食べ始めたオニヒトデの生き残りや成長を左右するため、マンタ法やスポットチェック法によるサンゴ被度の把握はオニヒトデの大量発生を予測する上で重要である。
- ・白化現象などと調査時期が重なると、オニヒトデの食痕との区別が難しい場合がある。また、シロレイシダマシ類やマンジュウヒトデなどとの食痕の区別が困難な場合がある。
- ・マンタ法とスポットチェック法では、同じ場所でも確認できるオニヒトデの個体数が異なる。特に、隠れているオニヒトデが多い場合は、スポットチェック法がオニヒトデの個体数把握には適している。
- ・駆除の直後に調査を行う場合は、オニヒトデを見つけにくくなるため、調査結果の評価に注意が必要である。
- ・「オニヒトデ簡易調査マニュアル」が沖縄県のホームページで公開されている。

[http://www.pref.okinawa.jp/site/kankyo/shizen/hogo/onihitode\\_kannityousa\\_manual.html](http://www.pref.okinawa.jp/site/kankyo/shizen/hogo/onihitode_kannityousa_manual.html)

## Ⅱ. オニヒトデの大量発生を予測する（稚ヒトデモニタリング）

オニヒトデの大量発生は、直径 20～30cm 程度の大型個体が集団で発見されることが多い。条件により異なるが、オニヒトデが 20cm の大きさになるまでに 2 年、30cm の大きさになるまでに 3 年以上を要する。稚ヒトデモニタリングは、産卵後半年程度のサンゴモ食期のオニヒトデを探すことで、将来のオニヒトデ大量発生を事前に察知する手法である。

### 稚ヒトデモニタリング

通常は、稚ヒトデの密度はとても低いため、なるべく広い範囲を泳ぎながら調査する。稚ヒトデはスキューバ潜水で水深 10m 前後の礁斜面で、サンゴモ上に残る食痕を目印に探す。調査の時期は沖縄島周辺の場合、野外で稚ヒトデを見つけることが可能なサイズ（5～10mm 程度）となる 10 月から 12 月ごろまでが最も適している。稚ヒトデが 2cm 以上になるとサンゴを探して移動するようになり、見つけることが難しくなる。より詳しい方法については「稚ヒトデモニタリングマニュアル」が公開されている。

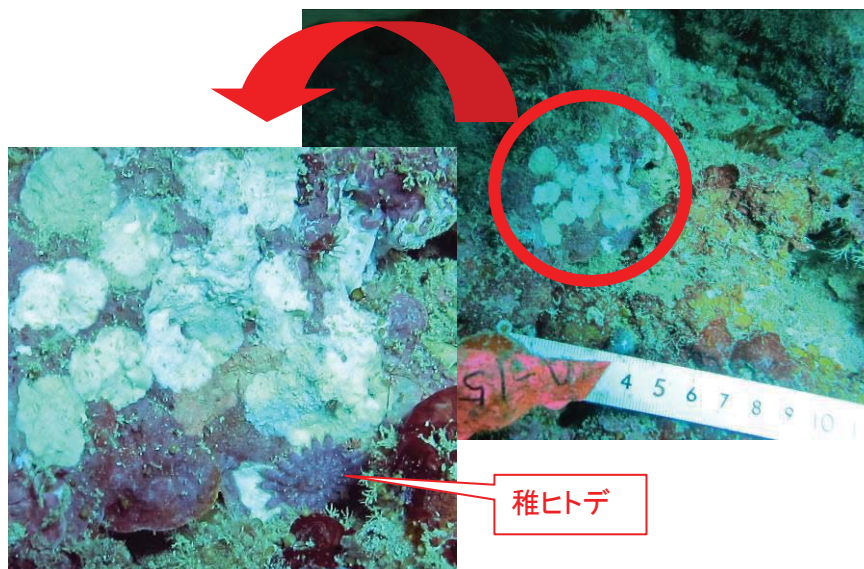


図1-4-14. 海底に着底後サンゴモを食べている稚ヒトデ.

### 注意事項

- ・オニヒトデの大量発生の規模によっては、予測できないものもある。特に、比較的小規模な場合は（駆除数 2 万個体以下）、調査地点間で稚ヒトデの個体数と食痕数に大きな違いがでることがある。稚ヒトデモニタリングよりもマンタ法やスポットチェック法の方がオニヒトデを見つけやすいため、小規模なオニヒトデ大量発生の場合は、マンタ法やスポットチェック法と組み合わせることが効率的だと思われる。
- ・稚ヒトデのサイズが小さい時期（沖縄島周辺だと 9 月から 10 月ごろ）は、見落とす可能性が高くなるため、結果の評価に注意が必要である。
- ・稚ヒトデが多い場合でも、周辺のサンゴ被度が低ければオニヒトデの餌が少ないためオニヒトデは成長することができない。そのため、オニヒトデが大量発生することはない。

## (2) オニヒトデ大量発生の実証

2013年から2015年にかけて恩納村で行った稚ヒトデモニタリングから、稚ヒトデの平均個体数と2年後のオニヒトデの駆除数の傾向が一致する結果が得られた(図1-4-15)。

2013年は稚ヒトデが多く、特に恩納村北側で稚ヒトデ個体数や食痕数が多く確認されたため、2015年以降に、恩納村北側でオニヒトデが増えると予想した。この予想どおり、2年後(2015年)には、特に恩納村北側でオニヒトデ駆除数が多くなった(図1-4-16)。一方、2015年には稚ヒトデ確認数は少なくなり、2年後(2017年)のオニヒトデ駆除数も少なくなった。

これらの結果から、稚ヒトデモニタリングはオニヒトデの発生予測ができる方法であると結論づけられた。

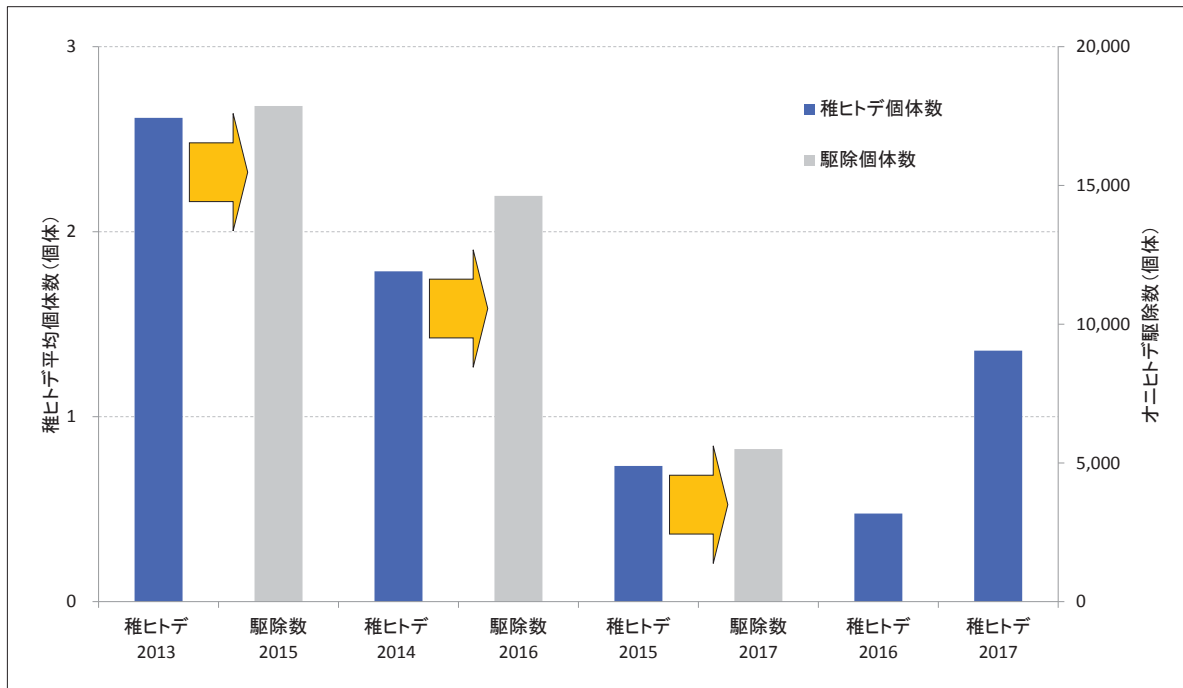


図1-4-15. 恩納村における稚ヒトデ平均個体数と駆除数. 稚ヒトデ平均個体数は恩納村の各調査地点で確認した稚ヒトデ個体数の平均値.

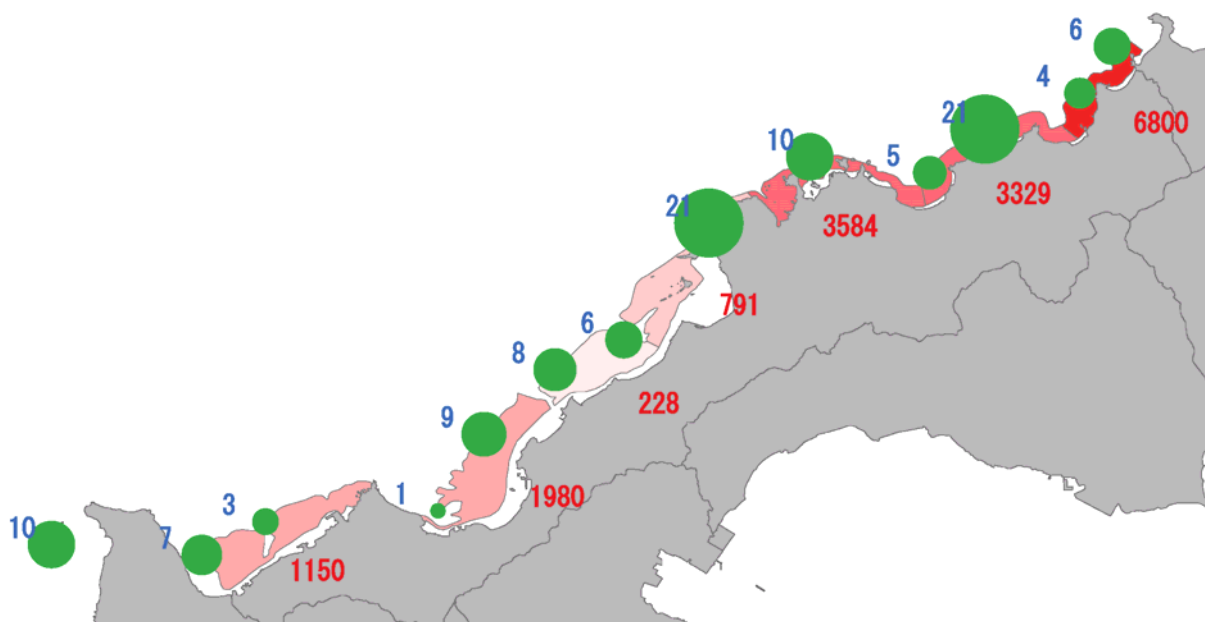


図1-4-16. 恩納村における稚ヒトデ個体数(2013年)と2年後の駆除数(2015年). 図中の青い数字と緑色の円は稚ヒトデの食痕数、赤い数字は駆除数.

オニヒトデ総合対策事業では、稚ヒトデや食痕数、オニヒトデの個体数や食痕数、サンゴ被度などに注目しモニタリングを行った。ここでは、オニヒトデ総合対策事業で行ったオニヒトデ大量発生の子察結果について紹介する。

### I. 恩納村での子察事例

図1-4-18は恩納村における2013～2015年の稚ヒトデモニタリング結果と、2年後（2015～2016年）のオニヒトデ駆除数を示している。2013年の稚ヒトデ調査では、恩納村北部で稚ヒトデ食痕群数が多く確認され、2015年以降に恩納村北部でオニヒトデが増えると予想されていた（図1-4-17の緑円と青字）。この予想どおり、恩納村北部では稚ヒトデの食痕や個体が多く確認された2年後（2015年）に、オニヒトデ駆除数が多かった（図1-4-17の赤い色で示した地域と赤い数字）。ただし、地点別で見ると、オニヒトデが最も多く駆除されている最北部の部瀬名の稚ヒトデ食痕群数（6個）はその南（21個）に比べ少なかったことや、稚ヒトデ食痕群数が6個確認された恩納村中央部に位置する谷茶でオニヒトデは228個体しか駆除されていないなど、モニタリングで確認される稚ヒトデとオニヒトデ成体の個体数の関係は一定ではなかった。そのため、稚ヒトデモニタリングによるオニヒトデ大量発生子察は、オニヒトデが発生する規模によりその子察が難しい場合がある。子察の精度を高めるためには、サンゴ被度（餌の多寡）や稚ヒトデ期の死亡率などのオニヒトデ大量発生子関わる要因についてさらに調査が必要だと考えられている。

図1-4-18に2013～2015年の稚ヒトデモニタリング結果と成長を加味した努力あたりの2年後までの駆除数を示す。オニヒトデの成長や生存率に場所による違いがあるためなのか、稚ヒトデモニタリング結果と駆除数のパターンは完全に一致してはいないものの、2013年に北部に多く着底した集団が北部で多く駆除されていること、その後、稚ヒトデの減少に伴い恩納村全域で駆除数も減少している点では一致している。

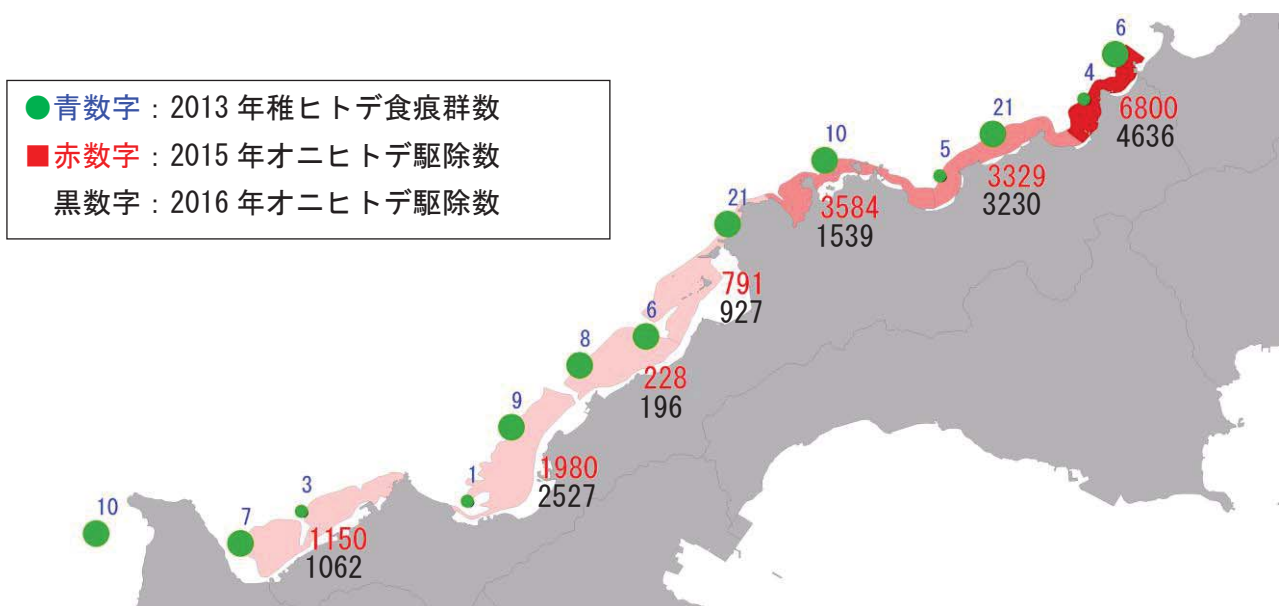


図1-4-17. 稚ヒトデモニタリング結果(2013～2015年)とオニヒトデ駆除数(2015～2016年)の比較

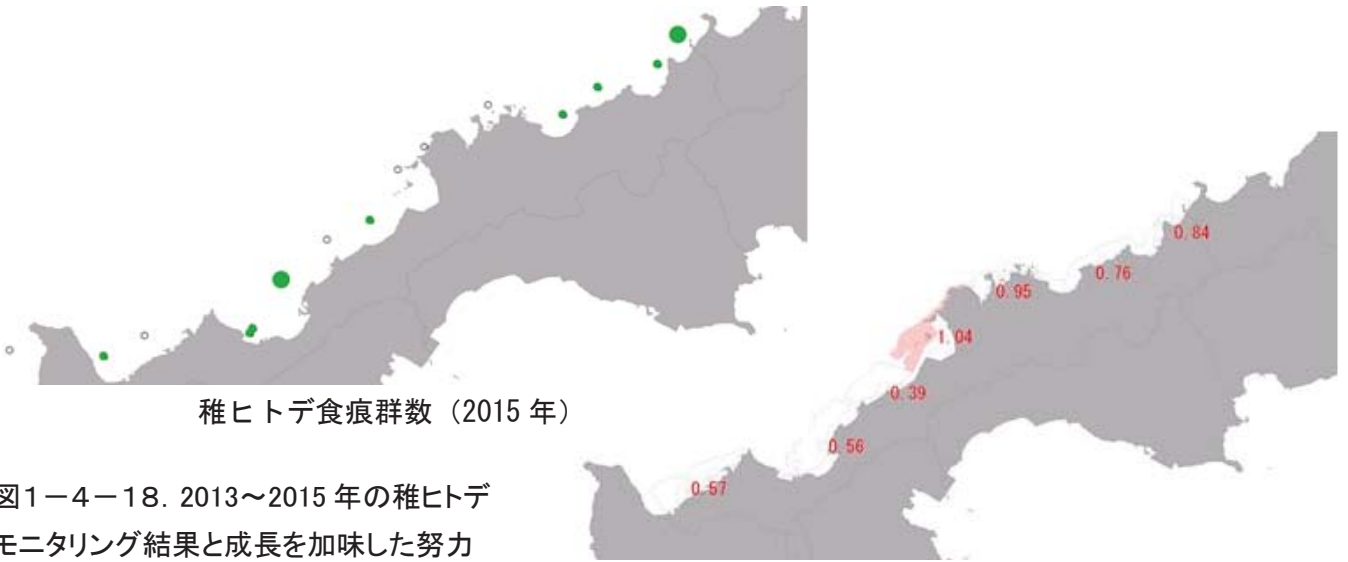
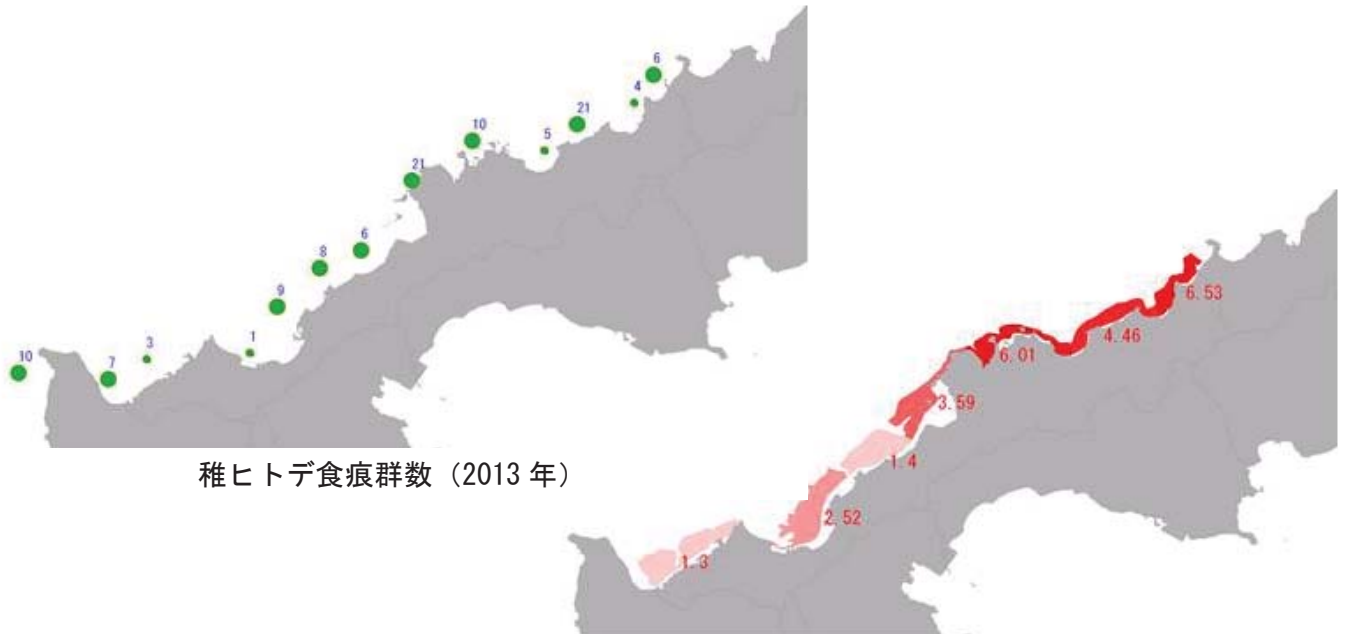


図1-4-18. 2013~2015年の稚ヒトデ  
モニタリング結果と成長を加味した努力  
あたりの2年後までの駆除数.

成長を加味した各年の努力量あたりの 2 年後までの駆除数  
(駆除数/人・半日) (2015 年生まれを集計)

## Ⅱ. 北谷町砂辺での予察事例

稚ヒトデは直径1センチ前後になる頃から少しずつサンゴを食べるようになり、1年目に直径3～4センチ、2年目に15～20センチ、3年目に25～30センチに成長する（図1-4-19青線）。しかし、北谷町砂辺海岸のようにサンゴが少ない場所では1年目でも直径2～3センチにしか育つことができない（図1-4-19赤線）。オニヒトデが大量発生するためには、サンゴが豊富にあることが条件のひとつであるといえる。

オニヒトデ総合対策事業では、稚ヒトデの成長を追跡し、恩納村での成長を見積もることができた（着底1年で37mm、2年で188mm）。これにより、大量発生が顕在化する直径15～20cmのオニヒトデ集団が2歳とみなされること、そして逆に言えば、大量発生要因を検証する場合は15～20cmの集団が発見された2年前に注目すべきであることが沖縄島でも確認できた。一方で、北谷町での成長は、最も差が少ないと仮定した場合でも恩納村の2/3程度であった（着底2年後の推定値；恩納村188mm vs. 北谷町120mm）。この2地点間の差異は成長だけではない。平成25年の稚ヒトデ密度は、食痕と個体を併せた推定値で、北谷町が恩納村の数倍～100倍高くなっていた。しかし、その2年後の成体密度調査では、北谷町が15cm以下の小型個体が中心で成体食痕もほとんどみられなかったことに対し、恩納村では16cm以上の2歳個体が中心で成体食痕も多かった。さらに、北谷町では過去数十年間にわたってオニヒトデの大量発生は起きていないが、恩納村では毎年のように千個体以上が駆除されている。

このような成体個体群サイズの差異が生じるのは、加入量（着底量）に差があるか、稚ヒトデ期以降の個体群形成過程における死亡率に差があるかのどちらか、またはその両方である。北谷町では餌となる造礁サンゴが少ないために稚ヒトデの食性転換がスムーズにできず成長が遅れ、それだけ捕食を受けやすい期間が長くなって死亡率が相対的に高くなると思われる。

これまでの調査で北谷町からは多くの稚ヒトデが確認されているが、同海域でオニヒトデの大量発生が無いことから、オニヒトデの大量発生にはサンゴ被度がある程度必要だと考えられる。

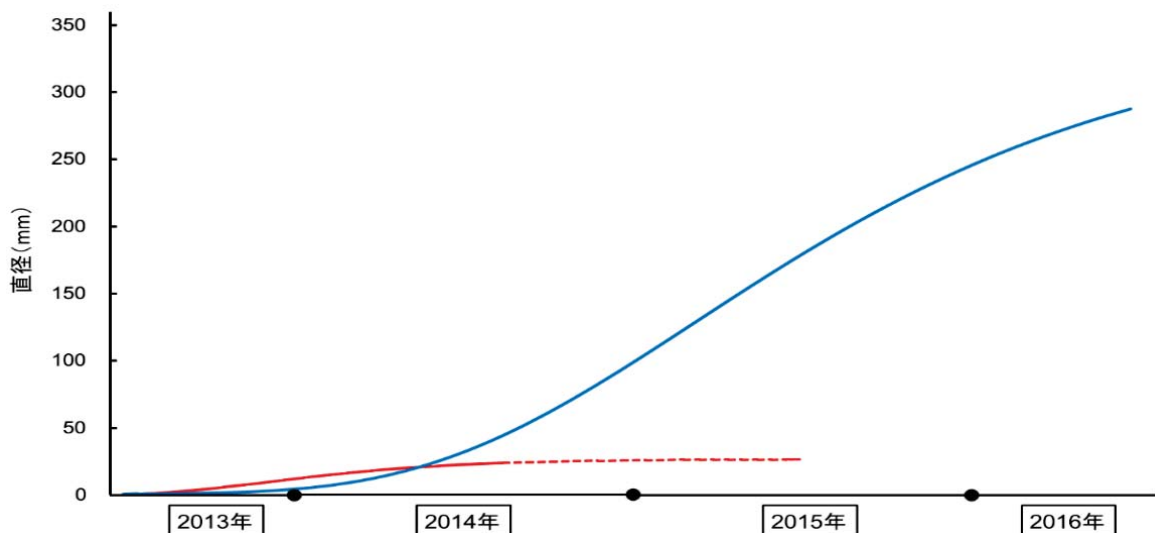


図1-4-19. オニヒトデの平均的な成長を示すグラフ。青線は恩納村で、赤線は砂辺海岸で調査した結果（年や場所によって変わることがある）。

### Ⅲ. 慶良間での予察事例

慶良間諸島での稚ヒトデ調査では、稚ヒトデの数や食痕群数は少なく、2013年、2014年ともに稚ヒトデが確認されなかった地点が目立った。最も多く稚ヒトデが確認されたのは久場島西の6個体、2014年は座間味島北東の9個体であった（図1-4-20）。

2013年の稚ヒトデ調査では、久場島の西側では食痕及び稚ヒトデの数が多かったため、慶良間諸島西側でオニヒトデが増えることが懸念されていたが、2年後（2015年）にオニヒトデはほとんど見つからなかった。この時（2015年）のサンゴ被度は、マンタ法の被度ランク5～10%であり、比較的lowかった（図1-4-21）。

2014年の稚ヒトデ調査では、食痕及び稚ヒトデの数が座間味島の北東では多かったため、慶良間諸島北側でオニヒトデが増えることが懸念されていた。稚ヒトデが多く確認された座間味島北東では、2016年の調査でオニヒトデの食痕と個体数を小規模な範囲で確認した。この時（2016年）のマンタ法の被度ランク50～75%であり、サンゴ被度は比較的高かった（図1-4-21）。

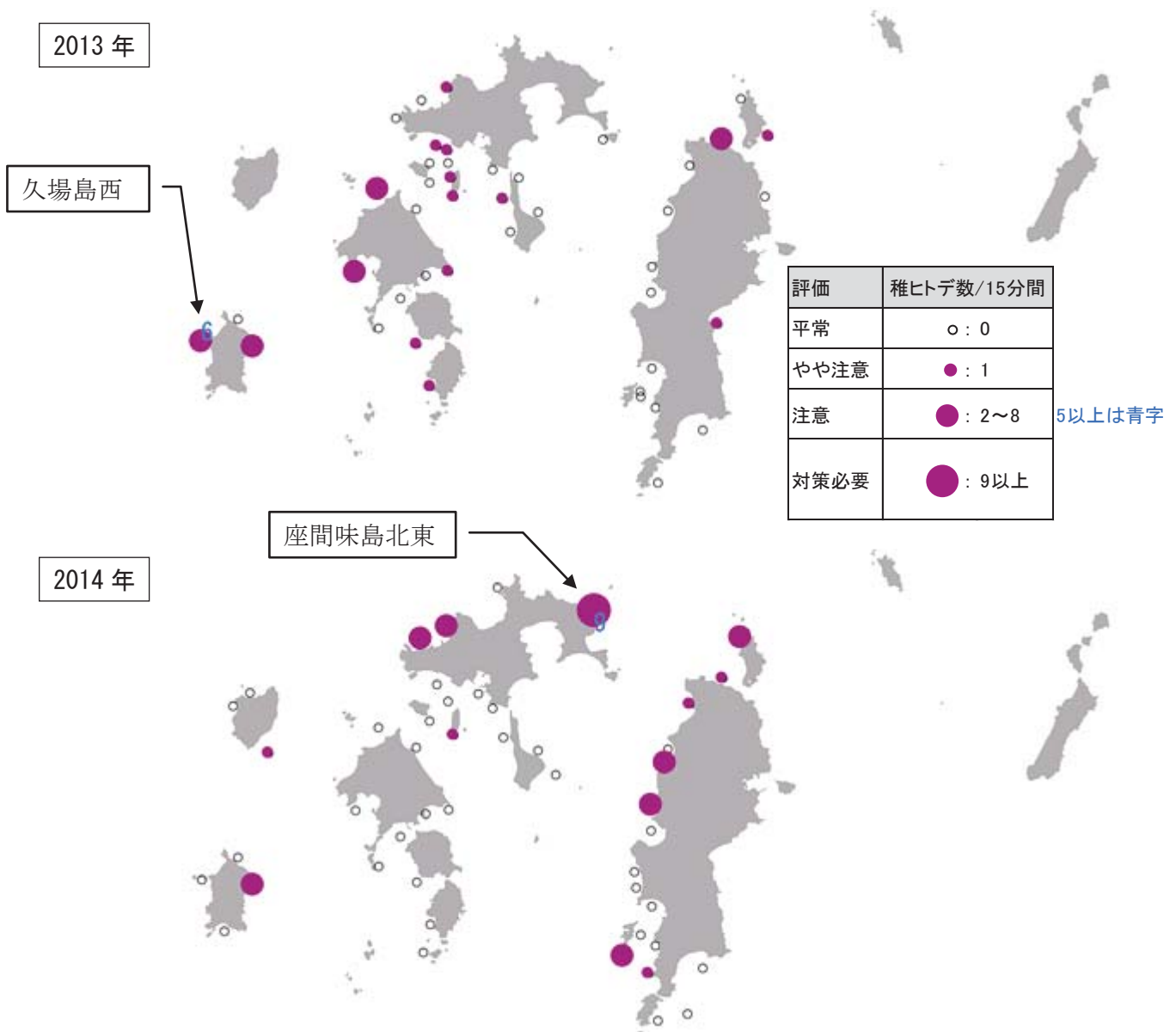


図1-4-20. 慶良間周辺における稚ヒトデ個体数(2013年、2014年).

慶良間諸島では稚ヒトデの数が多く確認された場所では、その後、成体のオニヒトデの数が多くない場合や、ある程度の個体数が確認される場合があった。これらは餌の量(サンゴ被度)により、オニヒトデの成体の数が制限された可能性が考えられる。いずれにせよ全体的に稚ヒトデの個体数が少なかったため、オニヒトデ大量発生には至らなかったと考えられる。

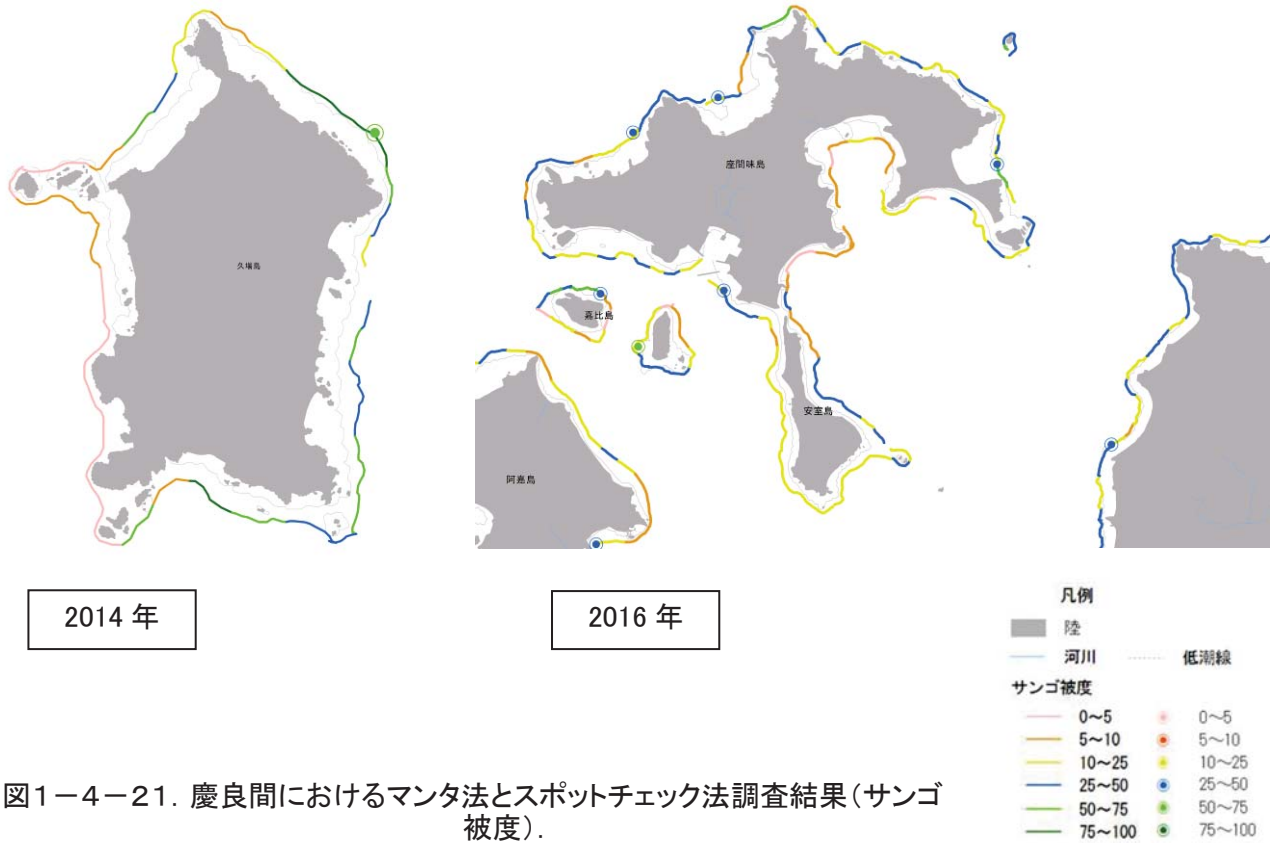


図1-4-21. 慶良間におけるマンタ法とスポットチェック法調査結果(サンゴ被度).



### (3) オニヒトデ大量発生の可能性の判断

オニヒトデ総合対策事業での予察とその検証結果を元にして、オニヒトデの大量発生の可能性を判断するフローチャートを作成した(図1-4-22)。

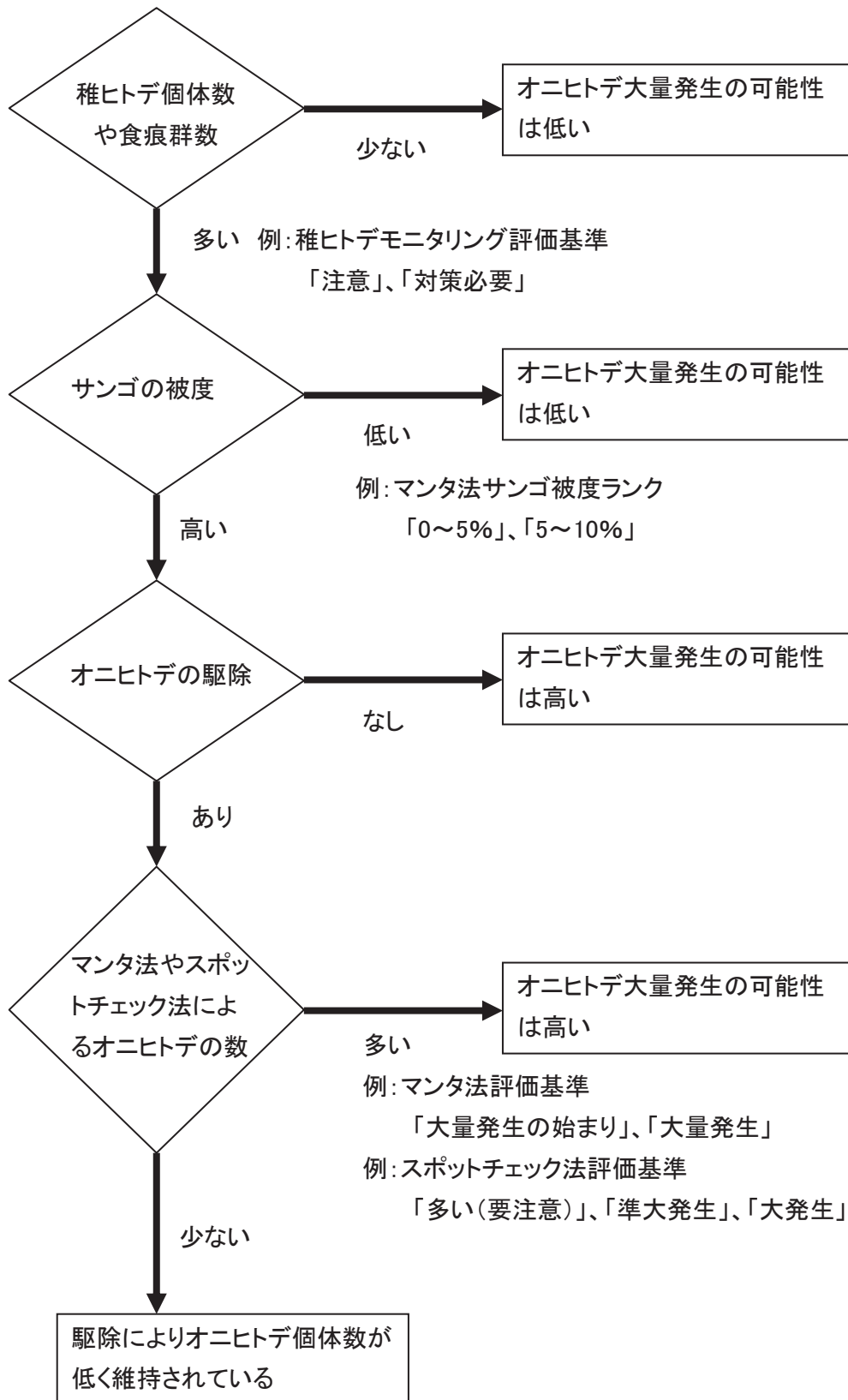


図1-4-22. オニヒトデの大量発生の可能性を判断するフローチャート.

